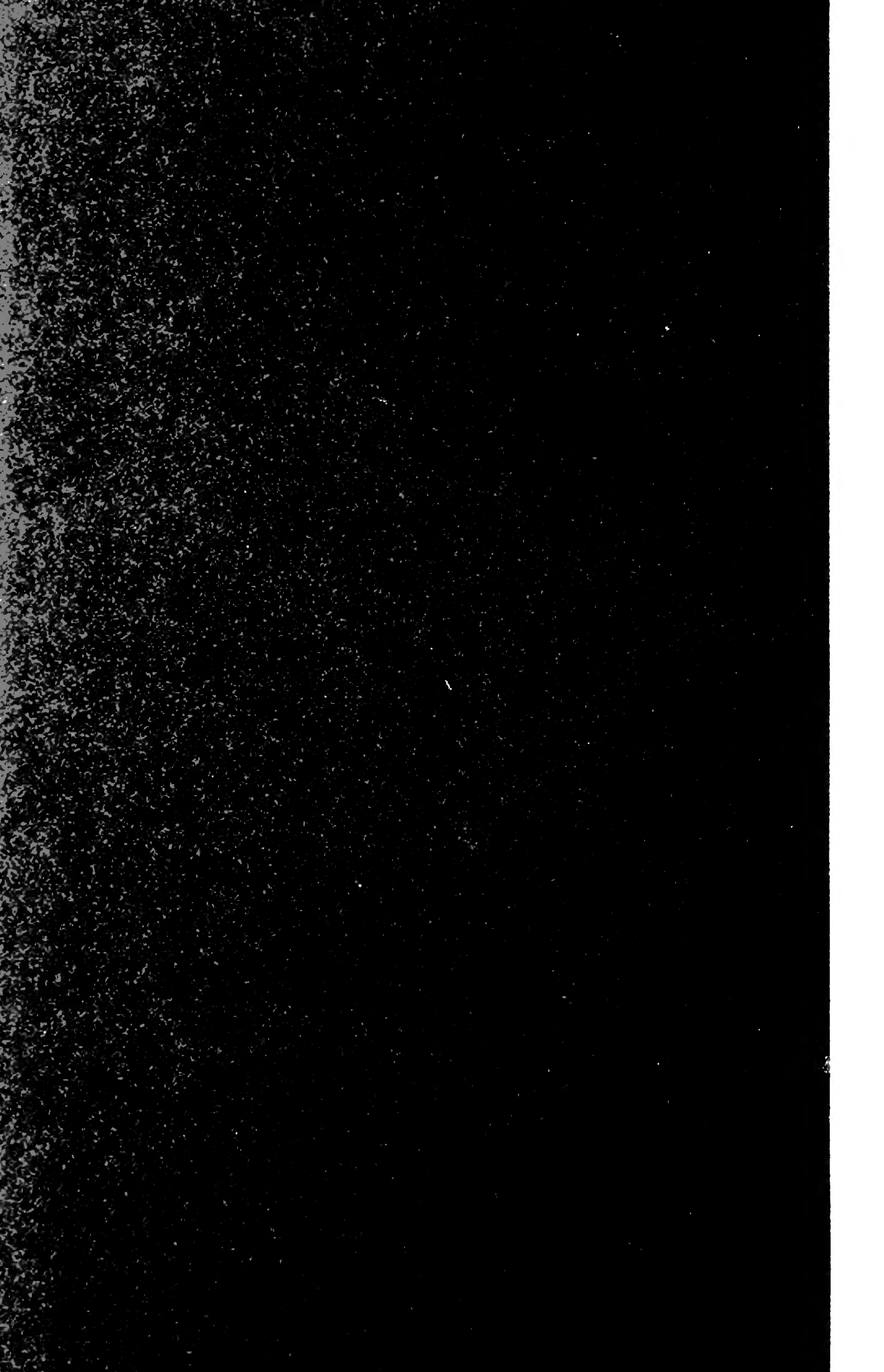
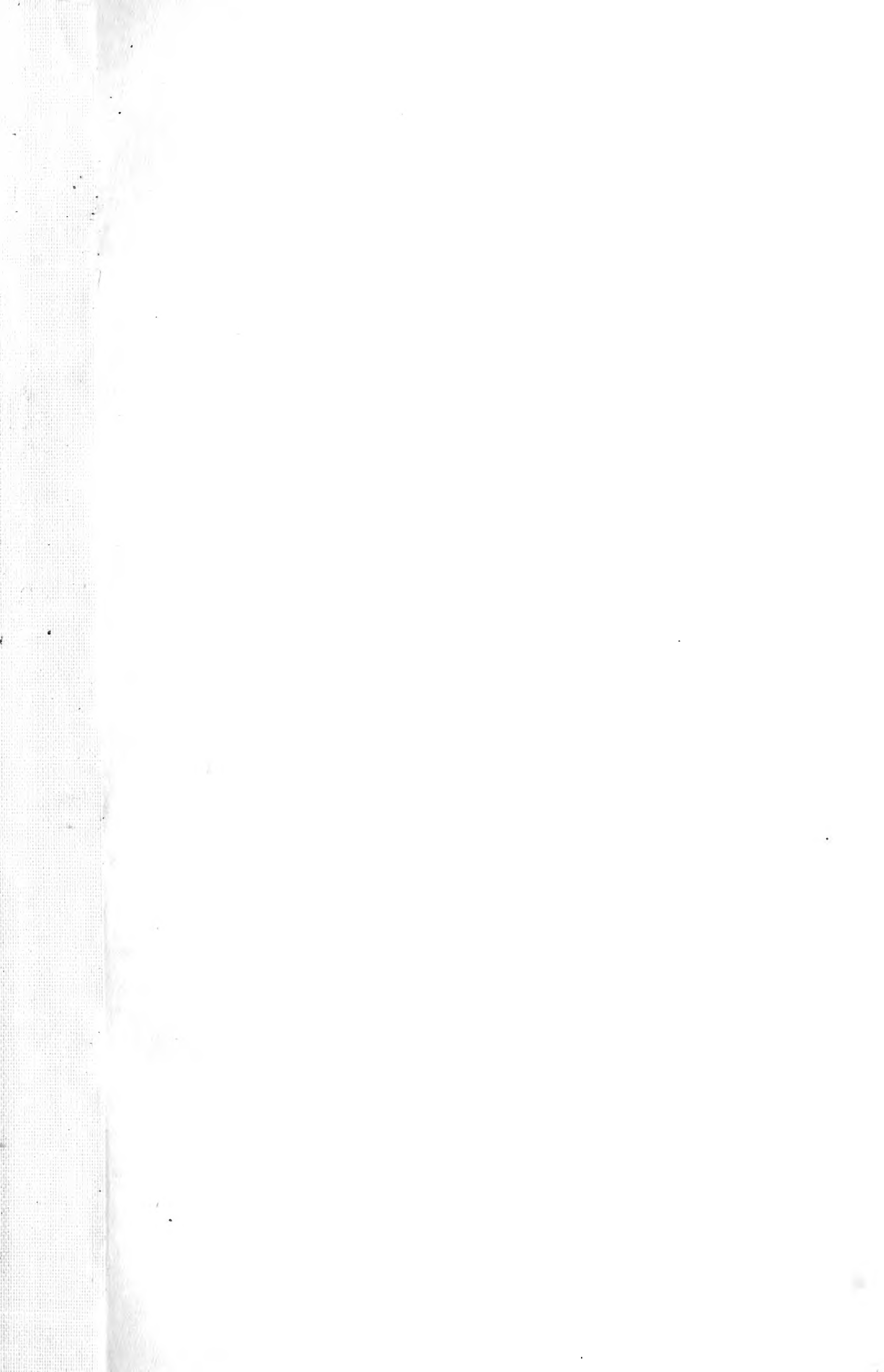

UNIVERSITY OF TORONTO
3 1761 00849752 1







DIE LEHRE

VON DER

NATÜRLICHEN ANPASSUNG

IN IHRER ENTWICKELUNG, ANWENDUNG UND BEDEUTUNG.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

BEI DER

PHILOSOPHISCHEN FACULTÄT DER UNIVERSITÄT LEIPZIG

VON

HUGO MÜNSTERBERG.

LEIPZIG,

DRUCK VON METZGER & WITTIG.

1885.

Disposition des ersten Teils.



I. Entwickelung der Anpassungslehre.

A. Vorgänger Darwins.

Die Lehre von der natürlichen Anpassung ist entstanden und fand ihre vorzüglichste Verwertung auf jenem Gebiet der Naturwissenschaft, das die zweckmäßigen Erscheinungen in der organischen Welt umfaßt. Von einer allgemein anerkannten Bestimmung ihres Inhalts kann leider keine Rede sein; das Wort ist zwar zum unentbehrlichen Hilfsbegriff geworden, jeder aber gebraucht es in anderem Sinne, jeder benutzt es in seiner Weise, ohne die abweichende Auffassung des andern zu urgieren oder auch nur zu beachten.

Da nun der gewöhnliche Sprachgebrauch in diesem Falle nicht, wie z. B. bei der Vererbung, seinerseits die nähere Erklärung liefert, in der wissenschaftlichen Benutzung aber widersprechende Anwendungen zu Tage treten, so wird es mithin unstatthaft sein, eine eng begrenzende Definition an die Spitze unserer Betrachtung zu stellen. Erst eine vergleichende Übersicht der mannigfach modifizierten Anwendung des Begriffs in der Literatur kann die zu seiner schärferen Begrenzung nötigen Elemente sammeln helfen, erst die kritische Untersuchung seiner Entwickelung kann die unfruchtbaren und unwesentlichen Merkmale von den wichtigen trennen, und somit eine Definition schaffen, von der ausgehend wir die naturwissenschaftliche Anwendung, die methodologische Bedeutung und den philosophischen Inhalt des Begriffs prüfen können.

Da die engere Begrenzung der „natürlichen Anpassung" mithin der Zweck unseres historischen Rückblicks ist, so werden wir bei der Auswahl der betreffenden Schriften zunächst die Frage im weitesten Sinne fassen müssen, d. h. alle Naturforscher und Philosophen berücksichtigen, welche irgend einen Beitrag zur Erkenntnis und Erklärung der Zweckmäßigkeit in der organischen Welt geliefert haben, sei es, daß es sich dabei um nützliche Anpassung des Organs an die als Zweckvorstellung vorhanden gedachte Funktion handelt, sei es, daß das Organ und damit zugleich seine Funktion vorteilhaft

den äußeren Bedingungen angepaßt ist, wobei als Zweck die Erhaltung des Individuums oder der Art gedacht war. Ausgeschlossen sind von unserer Betrachtung natürlich diejenigen Schriften, welche die Erkenntnis der Zweckmäßigkeit nicht fördern, sondern nur bekannte Beispiele aus ihrem Gebiet zur Stütze metaphysischer Beweise verwerten. Im allgemeinen ist die Reihe von Betrachtungen solcher Art seit Anaxagoras, der zuerst[1]) auf die Zweckmäßigkeit der Organismen hinweist, fast ununterbrochen gewesen, allerdings weniger aus dem Bedürfnis, die Naturerkenntnis zu fördern, als aus dem Wunsch, die bequeme Handhabe zu teleologischen Spekulationen zu verwerten. Uns interessiert die Lehre von der Zweckmäßigkeit also nur dort, wo sie nicht Ausgangspunkt, sondern Endpunkt des Beweises ist, wo man sie zergliedern und erklären, nicht wo man sie benutzen will.

Die frühesten Spuren solcher Naturerklärung finden wir bei den griechischen Philosophen; aber wir finden sie spärlich, wie es bei dem niederen Stande der Naturwissenschaften und mehr noch bei dem bedeutenden Einfluß idealistischer Systeme nicht anders zu erwarten ist. Wenn trotzdem das Bemühen, griechische Vorgänger Darwins zu finden, in letzter Zeit auf zahlreiche interessante Stellen hingewiesen hat[2]), so dürfen wir nicht vergessen, daß wir gar zu leicht geneigt sind, in den uns lückenhaft erhaltenen an und für sich mangelhaften Darstellungen die Lücken mit den uns heute geläufigen Vorstellungen auszufüllen, und so künstlich einen Darwinistischen Gedankengang herzustellen. Wenn wir statt dessen uns den Standpunkt der Schriftsteller selbst rekonstruieren und in ihrem Sinne das Fehlende ergänzen, so bleiben die Ähnlichkeiten der voraristotelischen Stellen mit unseren heutigen Theorieen auf die Gemeinsamkeit des Objekts beschränkt; von einer gemeinsamen Betrachtungsweise ist nicht die Rede. Das gilt von Anaximander und mehr noch von Empedokles.

Anaximander ging von der richtigen Voraussetzung aus, daß der neugeborene Mensch auf der Erde länger als andere Geschöpfe auf fremde Hilfe und Pflege angewiesen ist; da nun die erste von der Natur geschaffene Menschengeneration doch keine Eltern hatte, welche die Pflege besorgen konnten, so schloß er, daß die ersten Menschen zuerst in dorniger Rinde im Wasser gelebt und sich wie

[1]) Zeller, Griechische Vorgänger Darwins, S. 44.

[2]) Lange, Geschichte des Materialismus. Abschnitt I, Kap. 1. Teichmüller, Studien zur Geschichte der Begriffe: Anaximander.

Fische bewegt und ernährt haben. Sobald diese erste Generation im Wasser dasjenige Alter erreicht hatte, in welchem sie auch ohne Pflege sich am Lande erhalten konnten, krochen sie ans Ufer, warfen den Panzer ab, lebten als Menschen, zeugten Nachkommen und starben erst, als diese zweite Generation die pflegebedürftige Zeit überstanden hatte. Ganz abgesehen davon, daß Anaximander die andern Tiere überhaupt nicht berücksichtigt und den Übergang aus der Fisch- in die Menschenform in der Grenze der individuellen Lebensdauer vollendet glaubt, so ist vor allem deshalb kein Anlaß. diese Metamorphose mit Darwinistischer Anpassung in Parallele zu bringen, weil die Menschenform nicht die Folge davon ist, daß das eingekapselte Tier ans Land ging, sondern es ans Land ging, nachdem es im Wasser eine Form erreicht hatte, in der es fähig war, auf dem Lande zu leben.

Empedokles lehrt im Verfolg seiner Weltanschauung, welche Liebe und Haß als die auf die vier Elemente wirkenden Prinzipien betrachtet, daß unsere Naturentwickelung der allmähliche Sieg der Liebe über den Haß sei. Zuerst unter der Herrschaft der trennenden Macht hatte die Natur nur zerstreute einzelne Organe geschaffen; als dann das vereinigende Prinzip zur Geltung kam, verbanden sich die zufällig zusammentreffenden Teile zu ungeheuerlichen Geschöpfen; diese wirren Körper gingen dann unter, und die neu auftretenden zeigten deutlicher die Wirkung der Liebe in der Zusammensetzung der Organe; so machte die Natur eine ganze Stufenreihe stets vollkommnerer Gestaltungsversuche durch, bis schließlich die jetzt lebenden Geschöpfe die Liebe zu völligem Ausdruck brachten. — Da steht also nichts davon, daß die früheren Geschöpfe untergingen, weil sie nicht fähig waren, sich zu erhalten, und noch weniger sollen die neuen Gestalten etwa durch Vermehrung der, wegen ihrer zufälligen Zweckmäßigkeit überlebenden Formen entstehen. Im Gegenteil, jede Kontinuität der Entwickelung fällt fort, und daß jede neue Schöpfung den jetzt lebenden Geschöpfen ähnlicher wird, stützt sich lediglich auf die Metaphysik des Dichters; lebten wir in einer Periode, in welcher Haß über Liebe siegt, so würden die Schöpfungen offenbar in umgekehrter Reihe erfolgt sein.

Mehr als die phantastischen Spekulationen des Empedokles bot der konsequente Materialismus des Demokrit Gelegenheit, den Versuch einer mechanischen Erklärung der organischen Natur zu wagen. In der That lehrte keiner konsequenter als er, daß alles, was geschieht, aus zureichendem Grund und mit Notwendigkeit

erfolge: und dennoch deutet kein Wort darauf hin, wie er sich den Grund denkt, aus welchem ohne zwecksetzende Intelligenz die Zweckmäßigkeit in der Natur entstand.

Dieselbe Umgehung des Zweckmäßigkeitsproblems treffen wir bei Epikur; und selbst Lukrez, der bei der poetischen Wiedergabe von Epikurs Lehre Betrachtungen über diesen Punkt einfügt, läßt das eigentliche Problem unberührt. Lukrez sagt zwar ausdrücklich, daß die zweckmäßige Anordnung der Atome nur eine der unzähligen Wandlungen sei, welche sie, im All durch Stöße getrieben, seit Ewigkeit durchgemacht haben, daß aber, als die Atome zufällig in die geeignete Bewegung kamen, diese sich erhalten hat, und deshalb die Erde, von der Sonne erwärmt, immer neue Geburten zeugt. Aber die letzten Worte dieser materialistischen Betrachtung im I. Buch verweisen schon auf die ausführliche Darstellung der Entstehung der Lebewesen[1]), wo Lukrez phantasievoll erzählt, wie die Erde in früherer jugendkräftiger Zeit die Geschöpfe fertig aus sich hat herauswachsen lassen; er fügt zwar zu, daß zuerst Mißgeburten entstanden, dennoch ist die Annahme vom Entstehen der zweckmäßigen Tiere aus der Erde so ohne jeden Zusammenhang mit dem System und so widersprechend dem mechanischen Prinzip, daß gerade die breit ausgeführte Darstellung des Lukrez zur Evidenz beweist, daß der Materialismus jener Zeit dem Problem von der den Existenzbedingungen angepaßten Zweckmäßigkeit der Organismen bei weitem nicht gewachsen war.

Wenn somit selbst der Materialismus, der zu seiner Abrundung grade in dieser Frage der Kausalerklärung dringend bedarf, bei den Griechen trotzdem keinen wesentlichen Beitrag zu ihrer Lösung gefunden hat: so ist es kein Wunder, daß die damalige idealistische Philosophie, die durch eine Erklärung der zweckmäßigen Natur aus zwecklosen Ursachen geradezu eine Hauptstütze verloren hätte, sich überhaupt nicht mit dem Problem beschäftigte. Eine Antwort im modernen Sinn hätte weder in die platonische Ideenlehre gepaßt, noch wäre sie mit Aristoteles' Annahme von der Ewigkeit der Welt vereinbar gewesen. Nur an einer einzigen Stelle nimmt Aristoteles, um die Gegengründe gegen seine Ansicht als unmöglich nachzuweisen, die Argumente der Antiteleologen über unsere Frage auf, und bringt dabei, von Empedokles angeregt, den nach seiner Meinung falschen Gedankengang klarer und konsequenter vor, als

[1]) Lukrez, Buch V, 836 ff.

irgend einer der echten Materialisten es vermocht hätte. „Alle die Wesen,“ nimmt er vorübergehend an[1]), „bei denen alles so geworden war, als ob es zu bestimmtem Zweck gemacht gewesen wäre, haben sich erhalten, weil der Zufall sie zweckentsprechend gestaltet hatte, alle, für die das nicht galt, sind zu Grunde gegangen und gehen noch fortwährend zu Grunde.“ Aristoteles wollte diesen Gedanken gelten lassen, wenn die zweckmäßige Anpassung eine Ausnahme wäre; da sie aber Regel ist, bekämpft er ihn und muß ihn bekämpfen, da er seinem System widerspricht.

So seltsam es auch ist, daß grade der größte Teleologe den springenden Punkt des antiteleologischen Problems zuerst erkannte, so muß es doch noch viel seltsamer erscheinen, daß trotz der gewaltigen Verbreitung aristotelischer Schriften fast zwei Jahrtausende vergehen konnten, ohne daß auch nur ein einziger zur konsequenten Verfolgung jenes Gedankenganges sich angeregt fühlte. Die Bemühung, herausgerissene Stellen im Augustinus, Scotus Erigena u. a. in Beziehung zu jenen Problemen zu setzen[2]), läßt doch nie verkennen, daß sie sich nur künstlich mit der Descendenzlehre in Verbindung bringen lassen; mit der Anpassungslehre haben sie gar keine Berührung.

Nur die Bedeutung, welche in der scholastischen Zeit die göttliche Offenbarung nicht nur als Glaubenssatzung, sondern auch als höchste Erkenntnisinstanz hatte, kann zugleich mit der Herrschaft des Aristoteles in den Klöstern das lange Brachliegen aller materialistischen Arbeitskräfte erklären, ganz abgesehen davon, daß die Beschäftigung mit der Natur völlig an praktische Zwecke gebunden war. Dann kam die Reformation mit ihrer Mahnung zur freien Forschung; der naturwissenschaftliche Geist erstarkte, und gleichzeitig mit den epochemachenden Entdeckungen wurde durch Gassendi und Hobbes die materialistische Lehre Epikurs von neuem belebt. Aber, beeinflußt durch die hauptsächlichsten Richtungen der empirischen Forschung jener Zeit, traten die kosmologischen und anthropologisch-psychologischen Fragen in den Vordergrund des philosophischen Interesses, und, wie bei Epikur, blieben die Probleme der zweckmäßigen organischen Natur gemeinhin unberührt.

Die konsequente Einreihung der lebenden Wesen in den großen Weltmechanismus erfolgte erst durch die radikalen Materialisten

---

[1]) Aristoteles: Physik II, 8. 198, 199.

[2]) Güttler, L. Oken und sein Verhältnis zur modernen Entwickelungslehre. 1884. S. 10 f.

Frankreichs, Lamettrie, Diderot und Holbach. Während selbst Voltaire die Welt aus Gründen weiser Zweckmäßigkeit geschaffen glaubte, hatte der Verfasser von L'homme machine durchaus nicht die Maschinen als Verwirklichung eines vorher ersonnenen Problems im Auge, sondern nur die Notwendigkeit, mit welcher die Teile der Maschine die Art ihrer Wirkung bestimmten, sollte das Gemeinsame der Vergleichung bilden. Dennoch kann trotz der zahlreichen Stellen in Holbachs Systéme de la nature und Diderots: Interprétation de la nature, welche die Transmutationslehre andeutend aussprechen[1]), von einem Hinweis auf natürliche Anpassung dort keine Rede sein. Selbst wenn Lamettrie von dem Einfluß des Klimas und der Nahrung spricht[2]), aus denen er die verschiedenen Grade der Wildheit und der Kraft von Menschen und Tieren herleitet, so hat er damit doch nur individuelle Wirkung im Sinn und nicht durch Vererbung akkumulierte genetische. Auch die Unterschiede zwischen Mensch und Affe sucht er auf möglichst geringes Maß zurückzuführen[3]), sie zu erklären sucht er aber nicht. So beschränkt sich denn, vom Standpunkt der Anpassungslehre aus betrachtet, das Verdienst dieser Männer hauptsächlich darauf, durch das strenge philosophische Postulat der Möglichkeit von Abänderungen im Tier- und Pflanzenreich, vor allem aber der kausalen Erklärbarkeit der organischen Welt, die Bedingungen geschaffen zu haben für die in erster Linie empirische Wirksamkeit der eigentlichen Vorgänger Darwins, Geoffroy und Lamarck. — Ehe wir aber diesen uns zuwenden, müssen wir den Weg verfolgen, den die deutsche Naturphilosophie inzwischen eingeschlagen hatte.

Die Naturphilosophie in Deutschland ist durchaus antimaterialistisch. Die erste Schrift aus der Reihe der für die Entwickelung der Anpassungslehre interessanten Werke hat sogar den bei weitem entschiedensten Gegner des Materialismus zum Verfasser, den bekannten Rationalisten Reimarus. Die „Allgemeinen Betrachtungen über die Triebe der Tiere, hauptsächlich ihre Kunsttriebe" von H. S. Reimarus dienen in erster Linie allerdings theologischen Zwecken, trotzdem ist die Zusammenstellung der für gewisse Lebensbedingungen der Tiere angepaßten Körpereinrichtungen und zweckmäßigen Triebe so vollzählig und übersichtlich, daß — von der deistischen Erklärungsweise abgesehen — die feste Beziehung zwischen

---

[1]) Diderot, Oeuvres complètes. Paris 1875, Bd. II, S. 15 f., S. 49 u. a.

[2]) L'homme machine. Leyde 1748. S. 14. S. 20.

[3]) L'homme machine. S. 30 f. S. 52.

konstanten Existenzbedingungen und bleibenden Organisationseigentümlichkeiten überraschend evident ist. Mit Recht wird Reimarus in der Reihe der Vorgänger Darwins nirgends erwähnt, denn jeder Transmutationsgedanke liegt ihm fern; hier aber, wo es gilt, aus der Darwin'schen Lehre nur den Anpassungsfaktor zurückzuverfolgen, verdient er eine hervorragende Stelle.

Er lehrt, daß jedes Tier folgende Zwecke erstrebe: dienliche Luft im natürlichen Element, gesunde zureichende Nahrung, Abwendung von Störungen durch leblose Dinge, durch andere Tiere, durch Krankheit, dann Paarung und Pflege der Jungen, vor allem Bewegung des ganzen Körpers und einzelner Glieder.[1] „Die besonderen Mittel beziehen sich auf die Verschiedenheit der Bedürfnisse, nach jedes Tieres verschiedener Art des Lebens." „Weil sie mit der Welt in genauester Verbindung stehen, so haben sie einen äußeren Unterschied nach dem Element, nach der Nahrung u. s. w." Den Unterschied im Bau der Tiere, soweit er rein mechanisch den speziellen Bedürfnissen durch Schutz etc. entspricht, verfolgt er nur flüchtig[2]), desto genauer aber die Einrichtungen, die bei willkürlichen Thätigkeiten den Lebenszwecken dienen; vor allem die den Unterschieden von reicher und spärlicher, von animalischer und vegetabilischer Nahrung, von Wasser und Luft, von Klima und Feinden angepaßten Eigentümlichkeiten.[3]) Seine einteilende Übersicht zählt 57 Triebe auf, deren jeder bestimmte physische Körpervorrichtungen verwertet, um die in der Erhaltung des Individuums und der Nachkommen zusammenzufassenden Zwecke unter den verschiedenen Lebensbedingungen zu erfüllen. Natürlich ist dabei nicht zu vergessen, daß Reimarus annimmt, Gott habe zugleich, als er die Geschöpfe fertig unter die mannigfachen Existenzbedingungen stellte, einem jeden die zweckmäßigen Apparate und Fertigkeiten mitgegeben. Dennoch enthält der erste, im allgemeinen nur kompilatorisch empirische Teil manche dem zweiten, spekulativem Teil widersprechende Bemerkung, z. B. den einer Erklärung entschieden vorarbeitenden Gedanken, daß manche zweckmäßigen Triebe durch willkürliche Wiederholung einer zuerst zufällig erfolgten, mit Lustgefühl verbundenen Handlung entstanden sein mögen.[4])

Was so Reimarus für die Tierwelt ausgeführt, stellte inzwischen Linné für die Pflanzen dar, allerdings in dürrer schematischer

---

[1]) Reimarus, Über die Triebe der Tiere. III. Ausgabe. 1773. S. 102 f.
[2]) S. 289. [3]) S. 103—120. [4]) S. 69.

Form[1]); er bringt nicht nur keine Erklärung der Beziehungen zwischen Naturumgebung und Pflanzenorganisation, sondern läßt es überhaupt bei der einfachen Aufzählung der Pflanzen nach dem Gesichtspunkt der Verschiedenheiten in Boden, Luft, Klima etc. bewenden. Daß trotzdem auch diese einfache Zusammenstellung ihre Bedeutung für die Anpassungslehre hatte, beweist der Einfluß, den das Buch auf Herder ausübte.

Johann Gottfried Herder geht von der Anschauung aus, welche die deutsche Naturphilosophie fast ein Jahrhundert beherrschte, „daß die Natur alle Lebendigen nach einem Hauptplasma der Organisation gebildet habe". Das war ein großer Fortschritt gegenüber der einfachen Klassifikation der Geschöpfe, war aber nicht minder weit von dem Postulat einer realen Verwandtschaft der Tiere entfernt. Innerhalb der Grenze der einzelnen Species gewinnt aber auch die Verwandtshaft der an und für sich sehr verschiedenen Geschöpfe bei Herder reale Bedeutung; ohne weiteres giebt er innerhalb des Artbegriffs für Pflanzen und Tiere die reale Transmutation durch zweckmäßige Anpassung zu; er selbst nennt es „Zubildung". Gelegentlich der Besprechung der schwarzen Negerfärbung berührt er sogar schon den uns heute allerdings unerläßlichen Faktor der langen Zeiträume.[2]) Den Haupteinfluß schreibt Herder dem Boden und dem Klima zu. „Wären auf der Erde andere Metalle zerstreut gewesen — welch' andere Geschöpfe hätten auf ihr leben müssen."[3]) „Mannigfaltigkeit des Erdreichs und der Luft macht Spielarten an Pflanzen wie an Tieren und Menschen. Gewächse, die in warmen Ländern zur Baumeshöhe wachsen, bleiben in kalten Gegenden kleine Krüppel."[4]) „Die Gattungen, die fast überall auf der Erde leben, gestalten sich beinahe in jedem Klima anders," ein Satz, den Herder mit einer Fülle interessanter Beispiele belegt. In der eingehendsten Weise führt er die angepaßte Abänderung beim Menschen durch, den Einfluß der Kälte auf den Lappländer, die Wirkung der Hitze auf den Afrikaner, die Umgestaltung, welche die durch die Naturverhältnisse bedingte Lebensweise bei den Kalmücken geschaffen.[5]) So „erhellt, warum alle ihrem Lande zugebildeten sinnlichen Völker dem Boden desselben so treu sind

---

[1]) Linnaei, Philosophia botanica, in qua explicantur fundamenta botanica. Ed. altera. Vienne 1763.

[2]) Herder, Ideen zur Geschichte der Menschheit. Brockhaus 1869. Bd. II, S. 22.

[3]) Bd. I, S. 36. [4]) Bd. I, S. 41. [5]) Bd. II, S. 4—20.

und sich von ihm unabtrennlich fühlen. Die Beschaffenheit ihres Körpers und ihrer Lebensweise, der ganze Gesichtskreis ihrer Seele ist klimatisch". Über die Art und Weise, wie er sich die Anpassung hergestellt denkt, giebt Herder nur Andeutungen; an ein wirkliches Überleben des zufällig Passenden hat er wohl kaum gedacht, eher an Akkumulation durch Vererbung bei allen Individuen, wobei er die Anfänge der Variation dem Zufall überläßt. „Bedenken wir," sagt er, „daß manche Umstände, die jetzt weniger wirken, in früheren Zeitaltern, da alle Elemente noch in ihrer ersten rohen Stärke waren, auch stärker gewirkt haben müssen, und daß in Jahrtausenden gleichsam das ganze Rad der Zufälle umläuft, das, jetzt oder dann, alles entwickelt, was auf der Erde entwickelt werden kann."[1]) Der große Fortschritt dieser Auffassung liegt offenbar darin, daß hier die klimatischen Bedingungen etc. nicht in Form einer Zweckvorstellung im schöpferischen Intellekt wirken, sondern in Wirklichkeit direkt das Geschöpf zu Anpassungen beeinflussen; allerdings fehlt die nähere Erklärung des Vorgangs und vor allem bleibt er auf die einzelne Art beschränkt.

Eine Förderung auf diesem Wege konnte nur durch die Descendenzlehre erfolgen, deren Wahrscheinlichkeit wir bei Kant schon deutlich ausgesprochen sehen. „Die Analogie der Formen," sagt Kant in der teleologischen Urteilskraft, „sofern sie bei aller Verschiedenheit einem gemeinschaftlichen Urbild gemäß erzeugt zu sein scheinen, verstärkt die Vermutung einer wirklichen Verwandtschaft derselben in der Erzeugung von einer gemeinschaftlichen Urmutter durch die stufenartige Annäherung einer Tiergattung zur andern von derjenigen an, in welcher das Prinzip der Zwecke am meisten bewährt zu sein scheint, nämlich dem Menschen, bis zum Polyp, von diesem sogar zu Moosen und Flechten und endlich zu der niedrigsten uns merklichen Stufe der Natur, zur rohen Materie."[2]) Ähnlich sagt er später von dem Paläontologen: „Er kann den Mutterschoß der Erde, die eben aus ihrem chaotischen Zustand herausging, anfänglich Geschöpfe von minder zweckmäßigen Formen, diese wiederum andere, welche angemessener ihrem Zeugungsplatz und ihrem Verhältnisse untereinander sich ausbildeten, gebären lassen; bis diese Gebärmutter selbst, erstarrt, sich verknöchert, ihre Geburten auf bestimmte, fernerhin nicht ausartende Species

---

[1]) Herder, a. a. O., Bd. II, S. 22.
[2]) Kant, Kritik der Urteilskraft, (Erdmann). 1884. S. 209.

eingeschränkt hätte und die Mannigfaltigkeit so bliebe, wie sie am Ende der Operation jener fruchtbaren Bildungskraft ausgefallen war.“ Trotzdem ist gerade diese Annahme, daß erst weniger Zweckmäßiges, dann mehr Angepaßtes etc. erzeugt worden wäre, durchaus keine Anticipation der späteren Versuche, die Anpassung wirklich kausal zu erklären; es ist vielmehr nur eine Bemühung, die völlig teleologische Anpassungserklärung mit der sich aufdrängenden Wahrscheinlichkeit realer Descendenz zu vereinbaren. Der Descendenzvorgang hat also nach Kant auf die Anpassung gar keinen Einfluß; er sagt es selbst, der Erklärungsgrund sei nur weiter zurückgeschoben. Diesen Erklärungsgrund der zweckmäßigen Anpassung denkt er sich nicht anders, als ihn die früheste Schöpfungslehre dachte. „Es ist,“ nach seiner Ansicht, „ungereimt, zu hoffen, daß die Wissenschaft dereinst auch nur die Erzeugung eines Grashalms nach Naturgesetzen, die keine Absicht geordnet hat, begreiflich machen werde.“[1]) Im Intellekt des Schöpfers allein ist die Anpassung begründet, streng genommen ein Rückschritt gegenüber Herder, der wenigstens in enger Grenze die angepaßten Umgestaltungen aus der Wirkung der Existenzbedingungen erklärte.

Die Bedeutung Kants für die Anpassungslehre liegt vielmehr in folgenden drei Punkten. Erstens giebt Kant zu, daß die teleologische Betrachtung zunächst einseitig ist, indem „für die mechanische Erklärung der Naturphänomene durch ihre wirkenden Ursachen dadurch nichts gewonnen wird, daß man sie nach Zwecken zu einander ordnet.“ Im Gegenteil, so sehr er auch die mechanischen Gesetze den zweckmäßigen Absichten unterordnet, so verlangt er doch als notwendiges Postulat, daß bei der Verwirklichung dieser Absichten als Mittel durchaus mechanische Gesetze fungieren. „Hierauf gründet sich nun die Befugnis, alle Produkte und Ereignisse der Natur, selbst die zweckmäßigsten, so weit mechanisch zu erklären, als es immer in unserem Vermögen steht.“[2]) Zweitens beschränkt Kant die objektive Teleologie auf die organische Natur, die anorganische Welt erscheint uns lediglich subjektiv zweckmäßig. So sagt er u. a.: „So zweckmäßig auch jetzt die Gestalt der Länder für die Aufnahme der Gewässer aus der Luft, für die Quelladern zwischen Erdschichten von mannigfaltiger Art, so beweist doch eine nähere Untersuchung, daß sie bloß als die Wirkung teils feuriger, teils wässriger Eruptionen oder auch Empörungen des

---

[1]) Kant, a. a. O. S. 249. [2]) Kant, a. a. O. S. 265.

Ozeans zu stande gekommen sind.[1]) — Von noch größerer Bedeutung aber war es, daß Kant drittens auch in der organischen Welt die Zweckmäßigkeit als innere und als relative unterschied und dabei für die relative, die in der zweckmäßigen Anpassung der lebenden Wesen aneinander besteht, von einer objektiven Teleologie absieht. So sind die Gräser für Schafe und Pferde, die Salzkräuter in der Wüste für das Kamel, die Renntiere für die Lappländer nur zufällig zweckmäßig.[2])

In bewußtem Gegensatz zu Kant baute Schelling seine Naturphilosophie auf; auch er forderte eine Stufenreihe der Organisation, da die Intelligenz als Subjekt endlose Succession aufweisen muß und permanente Organisation das einzige Mittel war, die einander folgenden Akte der Intelligenz sich selbst anschaulich zu objektivieren; die Stufenfolge reicht daher bis zum Menschen, in dem die Intelligenz sich selbst identisch setzt. Die Anpassungslehre hat dabei natürlich nichts gewonnen; das genetische Prinzip aber zieht sich durch die ganze Schellingsche Schule hindurch, wir treffen es bei Schelver, Döllingen und Schubert.

Auch in Lorenz Okens Naturphilosophie finden wir wohl kurze Bemerkungen über die Anpassung des Pflanzenstammes an die Wirkung von Luft und Licht[3]) und ähnliches, im ganzen aber genügt der „Galvanismus" des Organismus genannten Produktes aus dem Magnetismus der Erde, dem Elektrismus der Luft und dem Chemismus des Wassers, um die zweckvolle Entwickelungsreihe zu bewirken. Viel freier von mystischen Schulbegriffen und näher dem wirklichen Naturleben steht die „Biologie oder Philosophie der lebenden Natur" von Treviranus. „In jedem lebenden Wesen," sagt er, „liegt die Fähigkeit zu einer endlosen Mannigfaltigkeit der Gestaltungen, jedes besitzt das Vermögen, seine Organisation den Veränderungen der äußeren Welt anzupassen." „Jede Untersuchung über den Einfluß der gesamten Natur auf die lebende Welt muß von dem Grundsatz ausgehen, daß alle lebenden Gestalten Produkte physischer, noch in jetzigen Zeiten stattfindender, und nur dem Grade oder der Richtung nach veränderter Einflüsse sind."

Bekannter sind die für die Anpassungslehre wertvollen Stellen in Goethes naturwissenschaftlichen Schriften. Das Wort selbst gebraucht Goethe nur im nicht bildlichen Sinne, nur wo von einer

---

[1]) Kant, S. 278. [2]) Kant, S. 213.

[3]) Oken, Lehrbuch der Naturphilosophie. Jena 1809. Bd. II, S. 63.

wirklichen, rein räumlichen Anlage eines Teiles an einen andern, z. B. der Samenhüllen an den Samen die Rede ist.[1]) In der Morphologie der Pflanzen weist Goethe nur in ganz allgemeinen Wendungen auf den Zusammenhang zwischen den Existenzbedingungen und den Eigentümlichkeiten der Pflanze hin; er nimmt an, ihnen sei „bei einer eigensinnigen, generischen und spezifischen Hartnäckigkeit eine glückliche Mobilität und Biegsamkeit verliehen, um in so viele Bedingungen, die über dem Erdkreis auf sie einwirken, sich zu fügen und danach bilden und umbilden zu können.“[2]) Nur kurz geht er auf die Verfeinerung durch Licht und Luft und auf den Einfluß des Wassers und der Nahrung ein.

Ausführlichere Aufklärung giebt er in der Osteologie, wo er den Einfluß der Bedingungen auf das Tierreich vorstellt. Er nimmt an, daß das Medium u. s. w. den ursprünglichen Tiertypus in irgend einem Organ verändert, daß aber kein Organ über die typische Form sich entwickeln kann, ohne daß ein anderes einschrumpft, so daß mittels der Korrelation im Wachstum sich die unzähligen Verschiedenheiten der Tiere als bedingt durch die Einflüsse der Umgebung erweisen. — Wir hätten somit in Goethe den entschiedensten Vertreter einer wirklich erklärenden Anpassungslehre zu verehren, wenn nicht zahlreiche Stellen seiner naturwissenschaftlichen Schriften unzweifelhaft bewiesen, daß alle derartigen Betrachtungen für ihn gewissermaßen nur bildliche Bedeutung besaßen. Er nahm entschieden nicht an, daß jenes Urtier in typischer Form wirklich existiert habe und wirklich geändert worden sei; es waren nur Begriffe, für die er nirgends korrespondente Glieder in der realen Welt postuliert. Er versenkt sich mit künstlicher Intuition in den Gedanken der Natur, ist aber weit entfernt, die Geschichte der Natur zu erfassen. Die Darstellung des Vorgangs, wie aus einem Walfisch, der durch Zufall an das sumpfig-kiesige Ufer einer heißen Zone kommt, allmählich ein Faultier wird[3]), nennt er selbst Poesie.

So sehen wir denn im allgemeinen bezüglich dieser Fragen in der deutschen Wissenschaft als gemeinsamen Grundgedanken, daß zwischen den Existenzbedingungen und den angepaßten Eigentümlichkeiten der Pflanzen und Tiere engste Beziehungen bestehen, daß das Motiv zur Anpassung aber in dem Intellekt des, den verschiedenen metaphysischen Theorieen entsprechend verschieden gedachten

---

[1]) Goethe, Sämmtliche Werke. Cotta 1876. Bd. XIV, S. 28.
[2]) Goethe, a. a. O. S. 52. [3]) Goethe, a. a. O. S. 215.

Schöpfers gelegen sei; ein Standpunkt, den die deutsche Naturphilosophie noch festhielt, als in Frankreich die, Empirie und Spekulation geistvoll verwebenden, Arbeiten eines Lamarck und Geoffroy längst schon über denselben hinausgeführt hatten.

Für Lamarck ist die Descendenz völlig real, und gleichzeitig sind die Existenzbedingungen von kausal anpassendem Einfluß; dennoch soll auch bei ihm die Anpassung an die Lebensbedingungen durchaus nicht mithelfen, die Stufenreihe der organischen Welt zu erklären. Der Anpassungsvorgang ist für ihn etwas ganz sekundäres neben der eigentlichen Entwickelung, nur die Abweichungen von dieser innerlich bedingten, notwendig erfolgten Stufenreihe soll er begreiflich machen. Die Entwickelung von Infusorien bis zum Bimanen wäre auch ohne Änderung der Lebensbedingungen erfolgt; nur daß dieselbe Tiergruppe in verschiednen Medien, Temperaturen, Nahrungsverhältnissen beträchtliche Abweichungen aufweist, das allein soll seine Anpassungslehre erklären. Der Vorgang der Anpassung benutzt als wesentlichsten Faktor den Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe. Lamarck schließt nämlich, daß, wenn sich die umgebenden Verhältnisse ändern, auch die Bedürfnisse der Tiere andere werden, und zur Befriedigung dieser neuen Bedürfnisse auch neue Handlungen vollzogen werden, und zwar gewohnheitsmäßig, wenn die neuen Bedingungen andauern, so daß unter neuen Verhältnissen neue Organe häufig gebraucht, andre mehr als vorher nicht gebraucht werden. Hier setzt nun sein erstes Anpassungsgesetz ein: „Bei jedem Tier, welches das Ziel seiner Entwicklung noch nicht überschritten hat, stärkt der häufigere und bleibende Gebrauch eines Organs dasselbe allmählich, entwickelt und vergrößert es und verleiht ihm eine Kraft, die zu der Dauer dieses Gebrauchs im Verhältnis steht; während der konstante Nichtgebrauch eines Organs dasselbe allmählich schwächer macht, verschlechtert, und es endlich verschwinden läßt.“[1]) Ein weiteres Gesetz fügt dann hinzu, daß alles, was die Tiere durch den Mehrgebrauch oder Nichtgebrauch erwerben oder verlieren, auf die Nachkommen vererbt werde.

Die Beispiele Lamarcks sind nicht zahlreich, aber doch hinreichend, um zu zeigen, daß Gebrauch und Nichtgebrauch wirklich ein Faktor im Anpassungsvorgang ist; ihn zum einzigen Prinzip neben der inneren Entwickelung zu machen, war zweifellos eine Einseitigkeit, die sehr der Darwinschen Korrektur bedurfte. Wie

---

[1]) Lamarck, Zoologische Philosophie (übersetzt von Lange) S. 121.

unzulänglich dieses Prinzip für die Änderung der Organisation ist, das fällt am deutlichsten dort auf, wo Lamarck die Pflanzen hineinzieht, die ja im allgemeinen außerhalb des Rahmens seiner Darstellung stehen. Er zieht sie herbei offenbar mit der Absicht, bei ihnen die Verwirklichung desselben Gesetzes oder wenigstens eine Analogie des Vorgangs aufzudecken; thatsächlich beweist er für die Pflanze aber gerade das Gegenteil von dem, was er für die Tiere beansprucht. Bei den Tieren üben die Verhältnisse keine direkten Wirkungen aus, nur mit den Verhältnissen ändern sich, wie erwähnt, die Bedürfnisse, mit diesen die Handlungen, die zu Gewohnheiten werden, und die nun gewohnheitsmäßig gebrauchten Organe werden durch die Übung fortschreitend umgestaltet. Da Lamarck sich nun mit Recht scheut, bei Pflanzen von Handlungen, Gewohnheiten und Gebrauch zu sprechen, so läßt er hier die Änderungen im selben Sinne fortbildender oder rückbildender Umgestaltung lediglich durch die Veränderung in der Ernährung vor sich gehn[1]), d. h. direkt, während sie bei den Tieren niemals direkt erfolgen sollten. Die Tiere sind aktiv, die Pflanzen passiv an dem Vorgang beteiligt, bei den letzteren entscheidet die Wirkung der Verhältnisse, bei den ersten die Gegenwirkung der Geschöpfe, ein fundamentaler Unterschied, den Lamarck kaum beachtet. — Es ist übrigens klar, daß Lamarck selbst schon zahlreiche Beispiele anführt, die gar nicht zu seiner Theorie paßten. So führt er zu dem Gesetz, daß der häufige Gebrauch ein Organ stärkt und vergrößert, unter andern als Beispiel an, daß die Beine der Antilopen und Gazellen durch den häufigen Gebrauch viel schlanker geworden sind[2]); nach seiner Theorie hätten sie gerade muskelstark und kräftig werden müssen. Er fühlte instinktiv richtig, daß zwischen dem Laufbedürfnis dieser Tiere und der Schlankheit ihrer Beine ein Kausalnexus bestehe, und da ihm das Prinzip der natürlichen Zuchtwahl fern lag, so glaubt er mit seinem schablonenhaft angewandten Prinzip der Übung durchzukommen. Auf dem Boden dieses Prinzips, daß die Organe durch die Bedürfnisse bedingt werden, war es natürlich logisches Postulat und zugleich Konsequenz seiner Theorie von den Seelenfluiden, daß der bloße Wille die Anfänge neuer Organe schaffen kann.

Geoffroy, der bei uns mehr gelobt als gelesen und daher häufig recht falsch dargestellt wird, schlägt den entgegengesetzten Weg ein; nicht der aktive Wille, die Gewohnheit des Tieres wird

---

[1]) Lamarck, a. a. O. S. 115. [2]) S. 132.

von den Verhältnissen beeinflußt, sondern völlig passiv wird der Organismus von den Verhältnissen umgemodelt. Im allgemeinen lag der Schwerpunkt der Geoffroyschen Lehre nicht in der Erklärung der Anpassung, sondern im Nachweis der Analogie der Organe, und die Entschiedenheit, mit der er Cuvier gegenüber die Einheit der tierischen Organisation verteidigte, wurde auch für die kausale Naturinterpretation weit wertvoller als sein Hilfsprinzip vom *monde ambiant.* Die ganze, durch Goethes Anteilnahme auch in Deutschland oft genannte Streitschrift „Philosophie zoologique" beschäftigt sich überhaupt gar nicht mit dem Vorgang der Wirkung verschiedner Verhältnisse auf die Tiere, sondern nur mit dem Nachweis, daß die, den verschiedenen Verhältnissen korrespondierenden verschiedenen Organe dieselbe anatomische Bedeutung haben. Hier liegt der Kernpunkt. Während bisher die Vergleichung der Organfunktion zum Maßstab der Verwandtschaft diente, sollten nach Geoffroy nur die anatomischen Elemente verglichen werden; erst dann ließen sich z. B. die Kiemen der Fische mit den Respirationsorganen der Säugetiere vergleichen, oder die Übereinstimmung feststellen zwischen „der Pfote beim Hunde, der Kralle bei der Katze, der Hand beim Affen, dem Flügel bei der Fledermaus, dem Ruder bei der Robbe u. s. w.".[1]) Begründet ist diese Analogie einerseits in seinem *prinzipe de connexions:* „Jeder organisierte Körper ist aus verschiedenen Teilen zusammengesetzt, die in bestimmter, durch ihre Wechselwirkung bedingter Ordnung stehen," und andrerseits durch das *loi de balancement des organes:* „Kein Organ vergrößert sich außergewöhnlich, ohne daß ein anderes sich entsprechend verkleinert." Wie gesagt, der eigentliche Zweck dieser Gesetze war der Beweis, daß die Analogie der Organe zum obersten Prinzip der vergleichenden Anatomie gemacht werden müsse. Nur sekundäre Absicht war es, beide Prinzipien als Voraussetzungen zu fixieren und nun mit Hilfe der weiteren Annahme von der allmählichen Veränderlichkeit der irdischen Bedingungen durch sie die Stufenreihe der Organismen aus realer Entwickelung abzuleiten.

Eine andere Art der Wirkung als die völlig direkte ist nirgends berücksichtigt. Wie sehr er dabei der Teleologie abhold war, beweist folgende Stelle: „Ich habe gelesen, daß, weil der Fisch in festerem Medium als Luft lebt, seine Bewegungskräfte so berechnet

---

[1]) Geoffroy de St. Hilaire, Principes de Philosophie zoologique. Paris 1830, S. 14.

sind, daß ihm geeignete Fortbewegung möglich ist; ebenso könnte man sagen, daß ein Mensch, der eine Krücke gebraucht, von Anfang an dazu bestimmt war, daß ihm ein Bein amputiert werde. Erst die Funktion und dann den Apparat besehen, das heißt, die Ordnung der Ideen umkehren; jedes Wesen gebraucht seine Organe gemäß ihrer Leistungsfähigkeit.“[1])

— · —

B. Darwin und seine Nachfolger.

Die fundamentale Umgestaltung der Lehre von der natürlichen Anpassung ging von Darwin aus. Den Begriff selbst hat er allerdings weder erweitert noch vertieft, denn sämtliche Merkmale seines Anpassungsbegriffes lassen sich dahin zusammenfassen: Anpassung ist die Erscheinung, daß organische Wesen stets diejenigen Eigenschaften haben, welche gegenüber den äußeren Lebensbedingungen für die Erhaltung des betreffenden Individuums und seiner Nachkommen am günstigsten sind. Das ist aber schließlich nichts anderes als die alte Lehre, da ja auch früher schon die Zwecke der einzelnen Teile dem Gesamtzweck untergeordnet wurden, der in der Erhaltung des ganzen Individuums bestand. Die Thatsache der Anpassung aber hatte in einer Fülle von Beispielen sich schon jederzeit, wie wir sahen, auch dem oberflächlichsten unwissenschaftlichen Beobachter dargeboten, und hatte gerade durch ihre Auffälligkeit und in die Augen springende Anschaulichkeit stets als gut verwertbare Stütze für religiöse Hypothesen gegolten. Die Thatsache selbst ist also von Darwin weder entdeckt noch anders definiert. Auch wenn er durch methodische Untersuchung die Beispiele für die längst bekannte Anpassungserscheinung in staunenswerter Menge herbeischaffte, so war das doch nur ein als Vorarbeit notwendiger, aber an und für sich untergeordneter Teil seiner Arbeit auf dem Gebiet dieser Frage. Seine eigentliche Bedeutung beruhte vielmehr darin, daß er die Anpassung als Resultat eines komplizierten Vorganges ansah, für den die Möglichkeit kausaler Erklärbarkeit vorausgesetzt wird und aus dem Darwin die einzelnen Faktoren isolierte. Der Umstand, daß mehrere dieser isolierten Faktoren schon von Darwin kausal gedeutet wurden, ließ manche Anhänger seiner Theorie ver-

[1]) Geoffroy de St. Hilaire, Principes de Philosophie zoologique, S. 66.

gessen, daß viele andere Faktoren, besonders die Vererbung, sich vorläufig nur empirisch konstatieren lassen, und daß es deshalb unbegründet scheinen muß, den Darwinismus schon als fertige Kausalerklärung der Natur zu preisen. Von diesem Ziele ist die Wissenschaft noch weit entfernt, die Richtung des Weges aber ist gewiesen. Schon heute zweifelt kein Naturforscher mehr daran, daß die Tierreihe mit ihren angepaßten Charakteren nicht fertig ins Leben gerufen sei, sondern sich entwickelt habe, daß also auch die Anpassung erst geworden sei und daß die bedingenden Momente dieser Anpassung nicht in einer transcendenten Intelligenz, sondern in irdischen Vorgängen physischer und psychischer Art zu suchen, mit anderen Worten menschlicher Wissenschaft zugänglich sind. — Hat der Darwinismus uns also noch keine fertige Kausalitätsreihe gegeben, so hat er doch die Annahme der Möglichkeit einer kausalen Erklärung weit besser begründet, als Geoffroy und Lamarck es vermocht. Je strenger dabei die wirklich physikalisch-chemisch erklärbaren Faktoren des Entwickelungsvorganges von den noch unerklärten geschieden werden, desto förderlicher wird es der Weiterforschung sein. Jedenfalls gebrauchen wir jeden einzigen von jenen noch unerklärbaren Faktoren der gesamten Phylogenie, auch für jene eine Seite, die uns hier besonders interessiert, die Anpassung.

Darwin setzt nämlich voraus: 1. daß entwickelungs- und fortpflanzungsfähige Geschöpfe existieren, 2. daß die von denselben erzeugten Geschöpfe den Entwickelungsgang der Erzeuger durchmachen in räumlicher und zeitlicher Kongruenz, beengt durch eine Reihe Einzelgesetze, 3. daß die verschiedenen Individuen derselben Art zahllose kleine zufällige Unterschiede aufweisen. Die zweite Voraussetzung wird unserem Verständnis allerdings dadurch näher gerückt, daß die Gleichheit zwischen Erzeuger und Erzeugtem bei der primitivsten Fortpflanzungsform (bei der Teilung infolge von Wachstum über die normale Grenze durch gesteigerte chemische Stoffassimilation) als klar übersehbarer Vorgang erscheint, ohne daß Grund vorliegt anzunehmen, die unendlich komplizierte Zeugung der höheren Geschöpfe sei qualitativ von der einfachsten Form verschieden. Auch das Auftreten kleiner Varietäten läßt sich, zumal wo es Formvarietäten, weniger wo es Farbe, Duft u. s. w. betrifft, hier und da kausal deuten. Trotzdem gelten uns im ganzen die drei Voraussetzungen als unerklärt, wenn auch natürlich nicht als unerklärbar. Alle drei Voraussetzungen stehen nun in der oberen Prämisse des Darwinschen Schlußverfahrens. Die zweite Prämisse

ist, daß eine gewisse äußere Lebensbedingung relativ konstant auf eine Anzahl ähnlicher Geschöpfe und deren Nachkommen einwirkt, und zwar eine solche äußere Bedingung, unter deren Einfluß von den vielen als vorhanden gedachten Varietäten den einen besser als den andern die Selbsterhaltung möglich ist. Der logische Schluß ist evident. Die zufälligen ungünstigen Abweichungen werden, unter der Voraussetzung langer Zeiträume, zu Grunde gehen, die günstigen werden sich erhalten, sich fortpflanzen und häufen, und schließlich wird so aus einer zufällig günstigen Abweichung die denkbar günstigste Vorrichtung werden, d. h. es wird vollendete Anpassung eintreten. Offenbar ist der Inhalt der beiden Bedingungssätze nicht neu, das Verdienst Darwins bestand nur darin, die beiden Prämissen in Beziehung zu setzen und somit als Schluß eine Forderung abzuleiten, deren Verwirklichung sich in der ganzen Natur zeigt.

Wer den Darwinismus als Ganzes betrachtet, wird entschieden zugeben müssen, daß das wirkliche Vorhandensein der zweiten Prämisse, d. h. das Vorhandensein von Bedingungen, die im ganzen ungünstig und nur einzelnen Individuen günstig sind, von Darwin bedeutend überschätzt wurde. In der Natur ist ebenso häufig Nahrungsüberfluß als Nahrungsmangel, und während der letztere den Kampf ums Dasein und dadurch die natürliche Zuchtwahl erzeugt, ist Nahrungsüberfluß kein minder wichtiger Faktor. Jedes Individuum assimiliert, wenn hinreichend Nahrung vorhanden ist, mehr Stoff als zu seiner Gleichgewichtserhaltung nötig ist; es kämpft nicht nur ums Dasein, sondern ums „Bessersein". [1]) Erst wo durch Nahrungsüberfluß die Grenze der individuellen Erhaltung überstiegen ist, nur da kann, wenn durch irgend welche Faktoren der Stoffwechselstrom stets in dieselbe Richtung gelenkt wird, so das Plus von Nahrung die unzähligen Varietäten liefern, deren stetiges Auftreten Darwin unerklärt voraussetzt; oder jenes Plus wird zur Vergrößerung des Individuums und damit — wegen des notwendig konstanten Verhältnisses zwischen Volumen und Oberfläche, deren ersteres im Kubus, letztere im Quadrat wächst — zu Ausstülpungen bei der Pflanze oder Einstülpungen beim Tier, d. h. zu fortschreitenden Differenzierungen führen; vor allem aber wird erst da, wo der assimilierte Stoff die individuelle Grenze überschreitet, das materielle Substrat der Fortpflanzung geboten werden. Die Fortpflanzung wird aber ihrerseits infolge des Nahrungsüberflusses so

[1]) Rolph, Biologische Probleme.

lange vor sich gehn, bis gegenüber der vergrößerten Zahl von Konsumenten Nahrungsmangel und mit ihm Kampf ums Dasein eintritt. So sind in Wahrheit Nahrungsüberfluß und Nahrungsmangel die centrifugalen und centripetalen Kräfte der Natur.

Diese Betrachtung der Einseitigkeit Darwins drängt sich, wie gesagt, dem auf, der den Darwinismus als Ganzes betrachtet; gleichgiltig aber ist sie für die Anpassungslehre. Nicht die günstigen, sondern die ungünstigen Bedingungen führten überall zur Anpassung, und so fallen die Hauptlücken der Darwinschen Theorie außerhalb der engeren Anpassungslehre. Diese selbst aber werden wir — indem wir in der vorher aufgestellten, nur das Resultat zusammenfassenden Definition, nunmehr den Charakter des Vorgangs betonen — etwa folgendermaßen bezeichnen. Die Lehre von der natürlichen Anpassung behauptet: wenn auf eine Vielheit untereinander ähnlicher, aber nicht genau gleicher Geschöpfe relativ konstant eine Summe äußerer Bedingungen einwirkt, durch welche für die einen mehr, für die anderen weniger die Möglichkeit, sich zu erhalten, unter die normale Grenze gedrängt wird, so überleben nach entsprechend langen Zeiträumen nur Organismen solcher Art, welche die am meisten die Erhaltung begünstigenden Merkmale in verstärktem Maße aufweisen, d. h. den äußeren Bedingungen möglichst gut angepaßt sind.

Darin liegt schon, daß vollendete Anpassung auch mit niederer Differenzierung verbunden ist; das Infusorium ist seinen Lebensbedingungen ebenso gut angepaßt als das Säugetier den seinigen.[1]) Auf diese Weise ist das Vorhandensein niederer Geschöpfe vollkommen erklärbar, während Lamarck infolge seiner Annahme vom Verbesserungstrieb der Tiere stets erneute Urzeugung fordern mußte, um die gering differenzierten Stufen zu erklären. Daß die von Lamarck betonte Wirkung des Gebrauchs und der von Geoffroy erkannte direkte Einfluß der Bedingungen auch von Darwin berücksichtigt wird, ist selbstverständlich, nur weist er beide Faktoren mit Recht in die zweite Reihe gegenüber dem entscheidenden Erfolg des natürlichen Kampfes um die Existenz.[2])

Ganz besondere Betrachtung widmet Darwin den zahlreichen Fällen, in welchen die relativ konstante, die Erhaltung der Art gefährdende oder begünstigende Bedingung in der Summe der die

---

[1]) Darwin, Gesammelte Werke (übersetzt von Carus), 1881. Bd. II, S. 147.
[2]) Darwin, a. a. O. S. 237.

Begattung ermöglichenden Umstände beruht, also in dem Zusammenwirken von Konkurrenten im Kampf ums Weibchen, besonderen Neigungen des Weibchens, Begattungsapparaten etc.; die unter dem Einfluß solcher Bedingungen veranlaßte Anpassung an die besonderen Verhältnisse nennt Darwin bekanntlich geschlechtliche Zuchtwahl. Erwähnen wir schließlich die glückliche Konsequenz, mit der Darwin den Gedankeu der natürlichen Anpassung auch für die Instinkte und höheren psychischen Fähigkeiten wenigstens andeutend durchführt, so ist klar, daß Darwins Wirken nicht nur ein Fortschritt nach Art seiner Vorgänger war, sondern daß mit ihm überhaupt eine neue Ära der Anpassungserklärung beginnen mußte. Gerade die Anpassungslehre, die bis dahin sich auf die Formulierung der aus dürftigem Material induzierten Regel beschränkte, konnte nunmehr in deduktiver Anwendung nicht nur dem engeren Gebiet, aus dem sie entstanden, sondern dem ganzen Reiche menschlichen Wissens zu statten kommen. Ja, was die Verwertung der Darwinschen Lehre betrifft, so läßt sich getrost behaupten, daß wir, trotz der schon mächtig angeschwollenen Literatur, doch erst im Anfange der Bewegung stehen, während allerdings für die induktive Begründung der Lehre schon in den zwei und ein halb Decennien seit dem Erscheinen der „Entstehung der Arten“ bei weitem ausreichendes Material gesammelt ist, um den Darwinschen Grundgedanken als berechtigt über alle Diskussion zu stellen.

Die Übereinstimmung aber, mit welcher heute der Darwinismus als ganzes in der Naturwissenschaft in größerem oder geringerem Umfang anerkannt wird, zeigt sich leider nicht in der Benutzung der Darwinschen Hilfsbegriffe. Wie bei jeder Diskussion wurden auch in dem Streit über die Entstehung der Arten die am häufigsten wiederkehrenden Begriffe allmählich zu schablonenhaft benutzten Ausdrücken, bei denen sich schließlich jeder etwas anderes denkt. Gerade die „natürliche Anpassung“ wurde zum Schlagwort, das jeder gebrauchte und das doch fast bei jedem eine andere Färbung erhielt; jeder operierte mit seinem eigenen Begriff und keiner kümmerte sich um das allgemeine Misverständnis. In wie hohem Grade solcher Bedeutungswandel unbemerkt vor sich gehen kann, beweist der Umstand, daß gerade die orthodoxen Darwinianer, z. B. Haeckel, in ihrem Anpassungsbegriff sich so weit von Darwin entfernen, daß kaum etwas gemeinsames übrig bleibt; in eigentümlichem Gegensatz steht es dazu, daß auch bei den entschiedensten Gegnern, z. B. Wigand, die Vorstellungen

von der natürlichen Anpassung deutlich von Darwin beeinflußt erscheinen.

Es wäre unfruchtbar, wenn wir, um die Durchschnittsbedeutung der Lehre zu finden, die ganze fast unübersehbare Literatur durchmustern wollten; zweckmäßiger dürfte es sein, einige Haupttypen der Anpassungsvorstellungen näher zu betrachten, Typen, auf die sich dann die Anschauungen sämtlicher Forscher zurückführen lassen oder von denen sie nur in unwesentlichen Nuancen abweichen. Natürlich müssen in der geringen Zahl dieser Hauptrepräsentanten eine Reihe der bedeutendsten Namen fehlen, da viele der hervorragendsten Forscher und auch solche, die in anderen Punkten von Darwin abweichen, die Darstellung der natürlichen Anpassung unverändert von ihm entlehnten.

Selbst Wallace, der doch völlig unabhängig von ganz anderem Ausgangspunkt als Darwin, von der Tiergeographie aus zur Selektionstheorie gelangte, und der auch sonst in vielem, wie der Abstammung des Menschen, völlig von ihm abweicht, kommt betreffs der Anpassung genau zu dem Darwinschen Resultat.

Ganz anders verhält es sich mit Haeckel, dem Vertreter einer Anpassungsauffassung, die in Deutschland besonders in der populären Literatur weit mehr Eingang gefunden hat, als die Darwinsche Darstellung. Statt Vererbung und Anpassung als zwei isolierte Faktoren aus dem komplizierten Gefüge von Vorgängen zu betrachten, auf die wir in mehr oder weniger kausaler Form die Erscheinungen des organischen Lebens zurückführen können, bildet Haeckel den Begriff „Anpassung" als kontradiktorisch entgegengesetzt zur „Vererbung", und ist daher gezwungen, die verschiedenartigsten Vorgänge unter dem Sammelnamen zusammenzufassen. Die selbstverständliche Folge ist, daß die Erscheinungen sich auf keine bestimmte Regel zurückführen lassen und der Begriff methodologisch unfruchtbar bleibt: keine bisher unerklärte Erscheinung kann durch die Unterordnung unter den Haeckelschen Anpassungsbegriff an Klarheit gewinnen. Die Form, in welche Haeckel die Definition kleidet: „Anpassung ist die Thatsache, daß der Organismus infolge von Einwirkungen der umgebenden Außenwelt gewisse neue Eigentümlichkeiten in seiner Lebensfähigkeit, Mischung und Form annimmt, welche er nicht von seinen Eltern ererbt hat,"[1]) deutet schon an, daß sie das unvereinbarste vereinen will, denn sie enthält das allgemeinste,

---

[1]) Haeckel, Natürliche Schöpfungsgeschichte. IV. Aufl. S. 197.

was sich nicht nur vom physiologischen, sondern von jedem physikalisch-chemischen Geschehen sagen läßt: jeder Körper steht unter der Einwirkung der Außenwelt. Das ist die stillschweigende Voraussetzung jeder Betrachtung, aber kein Hilfsmittel der Erklärung.

Die praktische Nutzlosigkeit dieses Begriffes ist um so gefährlicher, als er kausal durchsichtige Vorgänge neben völlig rätselhafte stellen muß: angepaßt ist ja alles, was nicht ererbt ist, gleichviel, ob die Gründe erkennbar sind oder nicht. Da aber die unerklärbaren Erscheinungen überwiegen, so muß der Sammelbegriff auch auf jeden kausalen Charakter verzichten und ebenso mystisch werden wie der Begriff der Vererbung. Von da ist nur ein Schritt zu dem transscendenten Anpassungsbegriff, den man in populären Büchern oft geradezu mit Schöpferfähigkeiten ausgerüstet trifft.

Ein Hauptfehler des Haeckelschen Anpassungsbegriffes liegt offenbar darin, daß wir nicht berechtigt sind, von Anpassung dort zu sprechen, wo es sich um die Wirkung einer singulären Ursache handelt, sei sie bekannt oder nicht. Sonst müßte Haeckel konsequent jeden Zustand in der Welt als Anpassung an den vorhergehenden bezeichnen, mithin auch die Vererbungserscheinungen der Anpassung unterordnen. Von Anpassung dürfen wir entschieden nur da sprechen, wo der Erfolg ein nützlicher und wo die bestimmende Ursache relativ konstant ist, gegenüber der Form oder Funktion des Organes, des Individuums, der Art.

An und für sich wäre das nur ein Wortstreit, da niemand es Haeckel verwehren kann, wenn er eine Erscheinung statt „Wirkung einer Ursache“ lieber „Anpassung an eine Ursache“ nennt. Dennoch muß hier in der That gerade das Wort urgiert werden, da es nur Verwirrung bringt, wenn dasselbe Wort bald als Zusammenfassung benutzt wird für einen bekannten Komplex bestimmt deutbarer Vorgänge; bald als farblose Mitteilung der Thatsache, daß eine Erscheinung nicht durch Vererbung zu erklären ist.

Gleich das erste Anpassungsgesetz, Haeckels Gesetz der individuellen Anpassung bietet dafür Beispiele. Es sagt aus, „daß alle organischen Individuen von Anbeginn ihrer individuellen Existenz an ungleich, wenn auch oft höchst ähnlich sind“.[1]) Wenn ein Tier Junge wirft, so ist es Vererbung, daß die Tiere ungefähr die Gestalt der Eltern haben, aber es soll Anpassung sein, daß das eine groß, das andere klein, das eine braun, das andere gelb ist; nur

[1]) Haeckel, a. a. O. S. 204.

können wir diesen Anpassungsvorgang nicht erklären. Dabei ist nun an zweierlei zu erinnern. Erstens: Wenn wirklich ausnahmslos bei jeder Fortpflanzung nicht ganz gleiche, sondern nur den Eltern ähnliche Geschöpfe entstehen, so ist das doch ein sogenanntes Vererbungsgesetz. Kausal sind ja alle Vererbungsgesetze nicht übersichtlich, wir müssen uns mit der Elementaranalyse begnügen. Wenn wir aber wirklich alle ausnahmslosen Thatsachen der Fortpflanzung sammeln und gruppieren, und das gemeinsame jeder Gruppe, wie Haeckel es thut, ein Vererbungsgesetz nennen, so können wir die ausnahmslose Beobachtung, daß jedes Geschöpf nur ähnliche, nicht gleiche Wesen erzeugt, getrost auch zu den Vererbungsgesetzen rechnen. Dasselbe gilt von den Gesetzen der monströsen und der sexuellen Anpassung.

Zweitens aber müssen wir fragen: was wird durch diese Betrachtung gefördert? Daß, wenn ein Tier braune und gelbe Junge wirft, das Auftreten verschiedener Farben nicht die Kausalitätsreihe durchbricht, ist selbstverständlich; die Ursache selbst aber wird uns durch die Subsumtion, es sei Anpassungserscheinung, um nichts näher gerückt. Dagegen ist die Verwirrung deutlich, sobald wir daneben den Satz stellen, daß die meisten Wüstentiere gelb, viele Borkentiere braun sind. Hier ist die Farbe wirklich Anpassung an eine konstante Bedingung, dort ist sie Folge einer uns unbekannten einmaligen zufälligen Ursache. Nennen wir das Gelb des Wüstentieres Anpassung an die Wüstenfarbe, so bezeichnen wir damit einen typischen Fall für ein Gesetz, das uns deduktiv unendlich viel zur Naturerklärung nützen kann; nennen wir das Gelb eines Tieres, das braune und graue Geschwister hat, ebenfalls Anpassung und zwar an eine unbekannte Ursache, so erhalten wir ein leeres Wort, dessen schablonenhafte Anwendung auf jede physiologische Erscheinung die Weiterforschung scheinbar unnötig macht, thatsächlich dadurch aber nur der Naturerklärung im Wege steht.

Logisch berechtigter als diese sogenannten potentiellen sind Haeckels aktuellen Anpassungsgesetze, nur lassen sich alle zu dem zweiten, dem Gesetz der kumulativen Anpassung zusammenziehen. Das erste lautet: „Alle organischen Individuen werden im Laufe ihres Lebens durch Anpassung an verschiedene Lebensbedingungen einander ungleich, obwohl die Individuen einer und derselben Art sich meistens sehr ähnlich bleiben.“ [1]) Wenn er als Beispiel dieses

---

[1]) Haeckel, a. a. O. S. 207.

Gesetzes anführt, daß von zwei Hunden desselben Wurfes durch Abrichtung der eine zum Jagd-, der andere zum Kettenhund wird, so fällt das vielmehr unter die Abteilung der Übung in dem zweiten Gesetz; während das Beispiel von der Verschiedenheit der Blätterzahl zweier Waldbäume zwar nicht unter das zweite Gesetz gehört, dagegen überhaupt im alleinberechtigten, engeren Sinne des Wortes keine Anpassung ist. — Zur kumulativen Anpassung gehört nun aber nicht minder die korrelative Anpassung, denn es ist gleichgiltig, ob die konstante Bedingung zur Kumulation der Ercheinung, sofern sie nur außerhalb des betreffenden Organs liegt, auch außerhalb des Gesamtorganismus oder innerhalb desselben in einem anderen Organ wirkt. — Die divergente Anpassung fällt ebenfalls völlig unter die kumulative. So führt Haeckel als Beispiel der divergenten an, daß die rechte Hand durch stärkere Benutzung stärkere Muskeln erhält als die linke, und als Beispiel der kumulativen, daß die Beine des Turners muskelstärker sind als die des unbeweglichen Stubensitzers; offenbar decken sich beide Beispiele. — Das letzte Gesetz schließlich, das der unendlichen Anpassung, sagt nur, daß das Gesetz der kumulativen Anpassung unbeschränkt gilt, was eigentlich als selbstverständlich im Begriff des Gesetzes liegt, so lange dasselbe nicht durch Ausnahmen eingeengt ist. Von den acht Haeckelschen Gesetzen bleibt uns also für die Naturforschung wertvoll, für die logische Einteilung präcis nur das eine: Anpassung als Folge eines anhaltenden Einflusses, wie Nahrung, Klima, Umgebung, Übung, Gebrauch u. s. w.

Daß der Haeckelsche Anpassungsbegriff in jenem weiteren Sinne für die zoologisch-botanische Forschung wertlos sein muß, ist evident; läßt er sich doch lediglich negativ bestimmen: Anpassung ist, was nicht Vererbung ist. Ob nun aber ein einzelner Fall, z. B. die sogenannten atavistischen Erscheinungen vererbt oder wirklich angepaßt sind, läßt sich allein dadurch bestimmen, ob die Merkmale der Vererbung zutreffen oder nicht; Merkmale der Anpassung giebt es nicht. Der positive Inhalt des Begriffes schrumpft zusammen auf die selbstverständliche Thatsache, daß auch im organischen Leben das Kausalitätsgesetz besteht.

Dennoch ist das Wort in dieser Bedeutung in die meisten Schriften übergegangen, die weniger die Erforschung eines einzelnen Punktes, als die Darstellung größerer Gebiete zur Aufgabe haben. Die Motive dazu wurzeln, wie es scheint, in dem nahe liegenden Irrtum, daß eine nur durch ein negativ Gemeinsames zusammen-

gehörige Erscheinungsgruppe der Erklärung näher geführt wird, wenn sie mit einem positiven Namen belegt wird.

Selbst die entschiedenen Gegner Haeckels schwanken, offenbar ohne es selbst zu beachten, in der Benutzung des Begriffes; sogar Semper, sein schärfster Widersacher, steht hierin Haeckel näher als Darwin.

In der üblichen Weise unterscheidet Semper adaptive und erbliche Eigentümlichkeiten der Tiere und führt überzeugend aus, daß ein Merkmal erblich im engeren Bezirk, z. B. die Flügel bei den Vögeln, dagegen adaptiv im weiteren sein kann, z. B. die Flügel im ganzen Tierreich mit seinen geflügelten Insekten, Vögeln, Fledermäusen u. s. w. Wir erkennen, sagt er ausdrücklich[1]), daß vielleicht alle jetzt erblichen Eigenschaften entstanden sind durch Modifikation der ursprünglich adaptiven Organe, daß daher alle strukturellen Eigentümlichkeiten der Tiere echte Organe seien, die einem bestimmten Gebrauch dienen müssen und nicht nutzlose Ornamente sein dürfen. Darin liegt doch, daß unter Anpassung eine durch die Existenzbedingungen bewirkte Umgestaltung in einer für das Individuum nützlichen Weise verstanden wird; eine nutzlose Umgestaltung ist also keine Anpassung. — Im weiteren Verlaufe nun teilt er die adaptiven Umgestaltungen in solche, welche durch Auslese und solche, welche durch direkte Umgestaltung entstanden sind, eine ausnahmslos giltige Einteilung. Nicht giltig dagegen ist nun die von Semper stillschweigend gemachte Umkehrung: alles, was durch Auslese oder direkte Umbildung umgestaltet ist, fällt unter den Begriff der Anpassung. Für die Auswahl stimmt es, für die Umbildung durchaus nicht. Der größte Teil der Umbildungen infolge von Existenzbedingungen ist absolut nicht nützlich, daher nach Sempers voriger Erklärung keine Anpassung. Semper führt z. B. nebeneinander folgende Exempel an für Umbildung infolge der Nahrungsqualität: eine fischfressende Seemöve bildete, als man ihr Körner als einzige Nahrung gab, ihren weichen Magen zu hartem Körnermagen um; Schmetterlinge, Papageien u. s. w. ändern, wenn man sie mit gewisser Nahrung füttert, ihre Farbe. Offenbar ist ersteres Anpassung, letzteres eine physiologisch-chemische Erscheinung, die dem Tier nichts nützt, also in ganz andere Kategorie gehört. Kurz, es fehlt in dem Semperschen Buche eine scharfe Trennung der für das Individuum nützlichen Umbildungen von

[1]) Semper, Natürliche Existenzbedingungen der Tiere. 1880. Bd. I, S. 19.

denjenigen, welche zwar auch physikalisch-chemische Wirkung veränderter Existenzbedingungen sind, dagegen ihrerseits nicht Ursache werden zur Erhaltung des Geschöpfes. Wenn Semper auch selbst in seinen Beispielen nicht so weit geht, so hindert doch kein Wort seines Buches, Umbildungen wie Fettablagerung nach reichlicher Nahrung oder Krankheit etc. mit Haeckel als Anpassung zu bezeichnen, was offenbar nicht in Sempers Sinne liegt.

Natürlich ist für die Aufgabe aller dieser Bücher jener Bedeutungswandel des Begriffes völlig gleichgiltig; denn, wo es nur gilt, die bisher erkannten Kausalzusammenhänge darzustellen, da wäre es müßig zu streiten, ob man alle, durch die Existenzbedingungen bewirkten Veränderungen unter der Überschrift Anpassung zusammenfassen soll, oder nur die bei der Fortwirkung der Bedingungen dem Individuum und der Art nützlichen. Die Darstellung des schon Erkannten ist aber nur untergeordnete Aufgabe; viel wichtiger ist die Weiterforschung, und für diese ist es ein entschieden wertvolles Hilfsmittel, wenn sie mit einem Begriff operieren kann, unter den die Umbildungen der einen Art und nicht die der andern fallen. Hat die Forschung erst festgestellt, ob eine Eigentümlichkeit irgend einer Existenzbedingung gegenüber für das Individuum nützlich ist, so wird sie wahrscheinlich auf richtigem Wege gehen, wenn sie nun zwischen der Eigentümlichkeit und der betreffenden Bedingung einen direkten oder indirekten Kausalzusammenhang sucht. Die Erkennung des Nutzens ist also für die moderne Wissenschaft ein unerläßlicher Fingerzeig auf die kausale Erklärung. Eben deshalb aber ist es notwendig, die Gruppe der nützlichen Umgestaltungen auch begrifflich zu methodischen Zwecken zu fixieren. Der Name ist dabei natürlich gleichgiltig; aber da dieser Begriff das gemeinsame alles dessen bildet, was die verschiedenen Forscher unter Anpassung verstehen, und nichts gegen dieses Wort spricht, so ist es geraten, an diesem Wort für den Begriff festzuhalten und mithin als Anpassung nur dieses und nichts anderes zu bezeichnen.

Ohne dem Begriff der Adaption eine neue Seite abzugewinnen, hat Moritz Wagner die Anpassungslehre wesentlich modifiziert.[1]) Er acceptiert ohne Diskussion die durch Darwin in allgemeinen Umrissen geläufige aber nirgends scharf abgegrenzte Auffassung,

---

[1]) Wagner, Darwinsche Theorie und das Migrationsgesetz der Organismen. 1868.

bereichtet aber entschieden unsere Kenntnis der Mittel und Wege, durch welche die Anpassung in der Natur vor sich gegangen, indem er als neuen Faktor die Migration und mit ihr die durch Wanderung bewirkte Isolation einführt. Die jeder neuen Idee anhaftende Einseitigkeit verführte den Begründer dieser Theorie, die Migration als absolut notwendige Bedingung für jede Artentstehung aufzufassen. So unbegründet auch diese, schon von Darwin selbst zurückgewiesene Übertreibung sein mag, so unberechtigt scheint es, deshalb, wie es oft geschehen, die ganze Wanderungstheorie abzulehnen. Wo einzelne Individuen einer Art, so lehrt Wagner, durch aktive oder, was in der Natur noch häufiger, durch passive Wanderung an einen neuen Ort gelangen, da werden erstens durch die abweichenden Nahrungsbedingungen die auftretenden Variationen einen größeren Umfang annehmen, der Zuchtwahl also größeren Spielraum lassen, als unter den konstanten Bedingungen des bisherigen Wohnortes; zweitens werden diese Abweichungen von vornherein im allgemeinen die Richtung zur Anpassung einschlagen, da sie ja gerade durch diejenigen Umstände bedingt sind, die von den früheren abweichen, für die also noch keine Anpassungsvorrichtung vorhanden war. Drittens aber wird, und dieses ist das wesentlichste, durch die räumliche Trennung der ausgewanderten Individuen und ihrer Nachkommen von der ursprünglichen Art jeder Anpassungsbeginn erhalten bleiben, da keine Kreuzung möglich ist. Wagner sagt geradezu: wo Kreuzung mit den nicht angepaßten Geschöpfen vorkommt, kann kein Anpassungsfortschritt stattfinden. Darauf führt er es auch zurück, daß noch immer die niedrigsten Formen der Protozoen existieren; ihnen fehlte, was übrigens thatsächlich kaum zutrifft, die Isolation zur Differenzierung. In Wirklichkeit dürfte es richtiger sein, anzunehmen, daß zwar auch bei Kreuzungen die Anpassungsbildungen sich häufen werden, aber in viel geringerem Prozentsatz als bei der Isolation; bis zu völliger Anpassung dürfte nach erfolgter Migration mithin jedenfalls geringere Zeit nötig sein. — Die Entstehung einer neuen Art ist also die Anpassung an die Bedingungen der von einzelnen Individuen durch Wanderung erreichten neuen Nahrungsorte; eben darin liegt schon, daß die Veränderung durchaus nicht immer ein Fortschritt im Sinne größerer Differenzierung sei, sondern häufig in Verkümmerung bestehe[1]), sofern eine solche der Arterhaltung nützlicher ist, ein Verhältnis, das allerdings der

---

[1]) A. a. O. S. 26.

üblichen Projizierung der Verwandtschaft in Form eines Stammbaums widerstrebt. — Die hauptsächlichste Bedeutung hat Wagners Lehre für die Erklärung der geographischen Verbreitung der Geschöpfe, ein Kapitel der Anpassungslehre, das bei Darwin nur kurz behandelt ist und betreffs der scharfen Abgrenzung der Tier- und Pflanzenarten durch Flüsse, Bergzüge u. s. w. bei Darwin mancherlei Beobachtung aber keine Erklärung fand.

Ähnlich wie Wagners Migrationsgesetz sind im Laufe der Zeit von diesem und jenem noch mancherlei andere Hilfsprinzipien des Anpassungsvorganges entdeckt, isoliert, in ihrer Wirksamkeit verfolgt und meist auch überschätzt worden. Die Besprechung der naturwissenschaftlichen Anwendung, nicht der historischen Entwickelung unserer Lehre ist der Ort, jene Hilfsprinzipien zu betrachten, die ja den Grundgedanken der Anpassungslehre an sich nicht umgestalten. Nur an eines sei schon hier erinnert, das Prinzip des Funktionswechsels, das hauptsächlich Dohrn zu seiner Theorie über den Ursprung der Wirbeltiere benutzte, wiewohl es schon früher bekannt war. Jenes Prinzip nimmt an, daß ein Organ sich im Sinne nützlicher Anpassung dadurch umgestaltet, daß verschiedene Funktionen desselben Organs aufeinanderfolgen. Indem nämlich jede Funktion sich aus Haupt- und Nebenfunktionen zusammensetzt, ändert sich durch Sinken der Haupt- und Steigen einer Nebenfunktion die Gesamtfunktion, die sekundäre Leistung wird zur primären, und die Folge des ganzen Prozesses ist die Umgestaltung des Organs.[1]) Von allem andern abgesehen, ist unbestreitbar diese viel zu wenig beachtete Theorie am ehesten geeignet, eine der schwierigsten Fragen der Anpassungslehre in vielen Fällen zu beantworten. Der Darwinismus konnte bis dahin nicht erklären, wie das substantielle Substrat einer neuen Funktion zuerst entstand; jeder Versuch der Erklärung durch Akkumulation kleiner zufälliger Anfänge scheiterte an dem Einwand, daß jener erste Ansatz eines Organs noch nicht im stande sei, die Funktion so auszuüben, daß sie im Kampf ums Dasein nützlich sei. Diese Schwierigkeit ist durch die Annahme des Funktionswechsels aufs befriedigendste beseitigt.

Eine eingehende Behandlung widmet dem Anpassungsbegriff Herbert Spencer in seiner Biologie. Spencer verschiebt aber

---

[1]) Dohrn, Ursprung der Wirbeltiere und das Prinzip des Funktionswechsels. 1875. S. 60 f.

selbst mehrfach die Grenze des Begriffs, je nachdem er von Anpassung des Individuums oder der Art, von zeitlich begrenztem oder für die Empirie unbegrenztem Vorgange spricht. Im allgemeinen ist die Anpassung nach Spencer eine Wiederausgleichung, bedingt durch die Störung des früheren Gleichgewichts, das zwischen einer Kombination von Funktionen bestand. Die Ausgleichung ist zunächst direkt, wird aber bei der Speziesanpassung durch die indirekte Ausgleichung unterstützt, welche in dem Überleben der verhältnismäßig am meisten dem Gleichgewicht angenäherten Funktionskomplexe besteht. Diese indirekte Anpassung betrachtet Spencer jedoch gewissermaßen nur als ein Analogon der eigentlichen Anpassung, unter der er stets die direkte Ausgleichung versteht.[1])

Diese direkte Anpassung besteht nun immer aus einer Rückwirkung der Funktionsveränderung auf die Struktur, eine Rückwirkung, die für die Spezies ebenso gilt wie für das Individuum. Die Variationen der Funktion sind ihrerseits bedingt durch astronomische, geologische und meteorologische Veränderungen, sowie durch Veränderungen der Beute und der Mitbewerber; die strukturändernde Wirkung der Funktionsvariation ist andererseits beschränkt durch den für begrenzte Zeiten engen Umkreis der in Stoff und Form möglichen Veränderungen. Von wichtigster Bedeutung für die steigende Differenzierung der Speziesreihe ist dabei, daß der Satz: die Funktion wirkt auf die Struktur! sein Gleichgewicht findet in dem Satze: jede Strukturänderung, auch die nicht durch Funktionsmodifikation bedingte, ändert die Funktion. Erklärt wird schließlich die strukturändernde Wirkung der Funktionsänderung durch die Annahme, daß Verbrauch und Ersatz im Organismus gleich bleiben, daß gesteigerter oder verminderter Gebrauch eines Organs in gleicher Tendenz andere Organe zu wirken veranlaßt, diese auf das primär beeinflussende Organ zurückwirken, und so die Vermehrung oder Verkümmerung der stofflichen Assimilation durch die sekundäre Inanspruchnahme des Organs stärker wird, als die primäre Verbrauchsanforderung verlangen würde. So zahlreich auch dafür die Beispiele, so geistreich die Parallelen aus dem sozialen Leben sind, so bietet Spencer damit doch nicht mehr als eine, den Grundsätzen seiner syntheti chen Philosophie angepaßte Modifikation der Lamarckschen Lehre vom Gebrauch und Nichtgebrauch. War diese bei

---

[1]) Spencer, Prinzipien der Biologie (übersetzt von Vetter). 1876. Bd. I. S. 201—219.

Darwin nur auxiliär, so ist sie bei Spencer die Hauptsache, zu der sich die Selektion nun ihrerseits auxiliär verhält. Auf diesem Wege kommt nun auch die Übung und der Rückschlag zur alten Form beim Schwinden der Bedingung wieder zu voller Geltung. Im Einklang damit steht nicht minder die Erklärung, warum im Wachstum begriffene Geschöpfe sich leichter anpassen als Erwachsene. Während bei Ausgewachsenen der Organismus als ganzes annähernd dieselbe Größe behält und nur die Proportionen der Teile sich ändern, ist bei Wachsenden ein Überschuß an Ernährung bereits vorhanden, so daß besonders in Anspruch genommene Teile sich besonders stark vergrößern, auch ohne wesentliche Benachteiligung anderer Organe.

Standen die bisher besprochenen Theorien völlig unter Darwins Einfluß, so gilt das nur sehr bedingt für Karl v. Nägeli, dessen neues Werk: „Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre“ in seinen Hauptteilen geradezu in bewußten Gegensatz zur Darwinschen Schule tritt. Nicht hier ist der Ort, Nägelis geistvolle Idioplasmatheorie zu analysieren, da dieselbe nicht Darwins oder Häckels Anpassungslehre ersetzen will, sondern sich gegen Häckels Plastidulperigenesis und Darwins Pangenesis richtet. Der fundamentale Unterschied nur ist der, daß jene beiden anderen Versuche sich auf die hypothetische Erklärung der Vererbungserscheinungen beschränken, während die Idioplasmatheorie auch die Vervollkommnung in der Differenzierung in ihr Bereich zieht, eine Erscheinung also, die Darwin und Haeckel als Resultat der Selektion auffassen. Eben deshalb lassen sich die Darwinistischen Abstammungs- und Anpassungslehren in sich abgeschlossen darstellen, ohne daß das Wesen der Vererbung berührt wird, indem dieselbe als genugsam empirisch begründet angenommen wird und von ihrer molekularphysiologischen Erklärung einfach abstrahiert wird. Bei Nägeli ist das unmöglich; seine Erklärung der Vererbung soll zugleich den ganzen organischen Stammbaum erklären. Auch ohne Kampf ums Dasein und ohne Wechsel der Existenzbedingungen hätten sich durch innere Gesetze aus der Eiweißmizelle die Probien, aus den Probien die Protisten und aus diesen die Reihe der Pflanzen und Tiere entwickelt.

Natürlich liegt einem Manne der exakten Forschung wie Nägeli jeder Gedanke an mystische Triebe dabei fern, und nichts wäre verkehrter, als wollte man ihn einen Teleologen in dem Sinne nennen, daß man ihm den Glauben an einen Schöpfungsplan unter-

schiebt. Trotzdem scheint die Nägelische Auffassung, daß seine Erklärung mechanisch sei, ja, daß der Fortschritt der Entwickelung dem Beharrungsgesetz unterzuordnen sei, entschieden nicht zu rechtfertigen, wenn er auch noch so geistvoll die gesetzmäßige Beharrung des Fortschreitens bei den Pflanzen durch das Gesetz nachweist, daß die reproduktive Erscheinung einer Stufe auf der höheren vegetativ wird.[1])

In die aus inneren Gründen erfolgende Entwickelung greifen nun die zufälligen äußeren Existenzbedingungen in direkt umbildender Weise ein und bewirken, daß die, infolge der phylogenetischen inneren Entwickelung auf den verschiedensten Organisationsstufen stehenden Geschöpfe sich den äußeren Verhältnissen möglichst vollkommen anpassen. Es ist übrigens klar, daß der Begründer dieser Theorie sich mit viel mehr Recht als Haeckel auf Goethe berufen kann.

Die Anpassung kann nun den vollkommensten Grad erreichen, führt aber niemals ein Geschöpf durch eine größere Anpassungsvollkommenheit zu einer größeren Organisationsvollkommenheit. Letztere schreitet von der Alge bis zum Menschen fort und ist nur innerlich bedingt, erstere wiederholt sich dagegen auf jeder Organisationsstufe und besteht in der unter den jeweiligen Verhältnissen vorteilhaftesten Ausbildung des Organismus, die mit seiner Zusammensetzung im Bau und mit seiner Teilung der Funktionen verträglich ist. Der Vorgang dieser Anpassung besteht nach Nägeli in der Reaktion auf einen Reiz, sei es, daß die äußeren Verhältnisse direkt reizen oder durch die Erregung einer Bedürfnisempfindung indirekt verändernd einwirken. Diese Anpassung ist dann entweder vorübergehend, indem sie mit dem Reiz verschwindet oder bleibend durch Überdauern der Ursache; zur ersten Kategorie rechnet Nägeli alle Einflüsse von Nahrung und Klima.

Die Anpassung der frühesten Organismen an den Reiz bestand darin, daß sie sich soviel als möglich gegen denselben abschlossen, und damit war dem Protisten die Richtung zum Pflanzenreiche gegeben, oder daß sie dem Reiz auswichen und ihn sich dienstbar machten, wodurch der Anstoß zur tierischen Entwickelung geboten war. Erreicht wird die Anpassung zunächst durch Idioplasmaumgestaltung, die einen gewissen Höhepunkt erreicht haben muß, um sichtbare Veränderungen zu bewirken. Sie vererbt sich dann, indem

---

[1]) Nägeli, Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. 1884. S. 352.

durch dynamische Mitteilung jede Mizelle — 400 Millionen Mizellen haben in einem Kubikmikron Raum —, also auch der Keim eine Wirkung erleidet. Diese Vererbung tritt auch ein, wenn die Idioplasmaumgestaltung noch nicht den mit sichtbaren Folgen verknüpften Höhepunkt erreicht hat, d. h. die Anlage vererbt sich und kann bei gleichbleibendem Reiz im Erben merkbare Umbildungen verursachen. Im Charakter dieser Reaktion liegt es, daß sie dem Reiz oder dem Bedürfnis gegenüber zugleich nützlich ist.

So ergiebt sich, daß Nägeli, was den Anpassungsbegriff als resultierenden Zustand, nicht als Vorgang betrifft, in gleicher Weise wie Darwin in der Nützlichkeit das Charakteristikum sieht. Während Haeckel jede von außen bedingte Veränderung eine Anpassung nennt, legen Darwin wie Nägeli, der die Anpassung als die für bestimmte Umgebungen vorteilhafteste Ausprägung der, durch die inneren Ursachen erzeugten Haupttypen erklärt, auf die Nützlichkeit des Effekts das Hauptgewicht.

Der entscheidende Unterschied beginnt erst, wenn die Anpassung nicht als Resultat, sondern als Prozeß betrachtet wird und somit die Selektion durch den Kampf ums Dasein in Frage kommt. Das Vorhandensein dieses Kampfes giebt Nägeli ebenfalls zu, läßt ihm aber nicht nur geringeren Spielraum als Darwin, sondern schränkt seinen Einfluß auf die Vernichtung der weniger Angepassten ein, ohne daß sich die Eigenschaften der besser angepaßten Wesen dadurch häufen können. Während also Darwin mittels Selektion den größeren Teil der Anpassungen und die phylogenetische Entwickelung ableitet, erklärt Nägeli diese Entwickelung aus inneren Ursachen, jede Anpassung aus unmittelbarer Wirkung der Bedingungen, und läßt in dem so zustandegekommenen Stammbaum durch die Selektion nur die Mittelformen, d. h. die auf eine höhere Organisationsstufe gehobenen, aber den Bedingungen derselben noch nicht angepaßten Formen wegräumen, indem sie von den besser Angepaßten verdrängt werden. Im Kampf ums Dasein besteht also „nur das mechanische Moment für die Bildung der Lücken in den beiden organischen Reichen“.[1]) Die Selektion sinkt bei Nägeli mithin zu einer zufälligen Beigabe herab, welche Übergangsformen beseitigt, aber ohne Einfluß auf die Differenzierung und Anpassung bleibt, eine Stellungnahme, welche typisch für eine Reihe von Forschern ist.

Freilich ist schwer zu ersehen, was bei Nägeli primär war.

---

[1]) Nägeli, a. a. O. S. 18.

Ging er von der Überzeugung aus, daß die fortschreitende Differenzierung innere Ursachen habe, so wurde die Selektion überflüssig und es war dann natürlich leicht, zumal die Selektion bisher meist von Zoologen begründet war, aus dem Gebiet der Botanik negative Beispiele für die untergeordnete Bedeutung der natürlichen Zuchtwahl zu sammeln. War dagegen bei Nägeli die Meinung primär, daß man die Selektion überschätze, so war es notwendig, sekundär die progressive Differenzierung auf innere Ursachen zu stützen, und da für unsere Zeit die naturphilosophische Unterlegung eines transscendenten Schöpfungsplanes keine wissenschaftliche Lösung ist, so war es zwingende Konsequenz, die Hypothesen über die Molekularstruktur so auszubauen, daß sie jeglicher Entwickelungserscheinung in der Stammesgeschichte gerecht werden, d. h. jene Idioplasmatheorie zn begründen, die Nägelis exakter Forschungsarbeit wie seiner genialen Intuition gleichmäßig würdig scheint. Wer aber, statt das für und wider abzuwägen, lediglich der Darwinistischen Moderichtung folgend, die Annahme des Fortschrittes durch innere Ursachen als überwundene Mystik abweist, sollte nicht vergessen, daß, was in der Phylogenie entbehrlich scheint, in der Ontogenie auch dem radikalsten Darwinisten notwendig bleibt, da es noch niemandem gelungen ist, die Entwickelung des Hühnchens im Ei aus der Einrichtung des Brütofens zu erklären.

Die molekularphysiologische Theorie Nägelis war nur ein positiver Ausdruck für den negativen Gedanken, daß, wofern es sich um Naturerkenntnis handelt, ein metaphysischer Begriff als innere Ursache nicht zulässig ist. Trotzdem fehlt es nicht an Naturforschern und Philosophen, die ihre spekulativen Ideen in die Naturerklärung hineinverwebten und damit zugleich der Anpassungslehre eine andere Stellung gaben.

Typisch für diese Richtung ist Eduard v. Hartmann. Wie überall, wo exakte Forschung bisher in der Erklärung eine Lücke lassen mußte, so stellt auch hier „das Unbewußte“ zur rechten Zeit sich ein. Hartmann erkennt das Vorhandensein des Kampfes ums Dasein an, betrachtet als seinen Effekt aber nur in geringerem Grade die Herstellung einer Anpassung, als vielmehr die Reinerhaltung der Anpassung, indem die Konkurrenz jede von der angepaßten Form zufällig abweichende Gestaltung vernichtet. Die Anpassung selbst ist, wenn sie nur ein Organ betrifft, aus kleinen Anfängen durch Konkurrenz summiert, d. h. das Unbewußte gebraucht den Kampf ums Dasein als ein mechanisches Hilfsmittel für die

Benutzung der zufällig zweckentsprechenden Abweichungen. Ist die Anpassung der Organe wechselseitig, z. B. Appetitinstinkt, Gebiß, Magen u. s. w. oder diese Wechselseitigkeit gar auf mehrere Geschöpfe verteilt, z. B. Blume und Insekt, so verzichtet Hartmann ganz auf die Selektion, da „hier die ideelle Harmonie der Schöpfung in ihrer planmäßigen ineinandergreifenden Entwickelung auf ganz getrennten Gebieten der Organisation zur Evidenz gelangt“.[1]) Noch geringeren Wert als auf die Selektion legt Hartmann auf die auxiliären Erklärungsprinzipien; er kann sogar den Einfluß von Gebrauch und Nichtgebrauch entbehren, da auch die rudimentären Organe im ideellen Schöpfungsplane liegen sollen. Völlig im Bereich des Unbewußten liegt dann das durch heterogene Zeugung oder durch Transmutation bewirkte Fortschreiten zu der jedesmaligen höheren Organisationsstufe. Das Unbewußte ruft nämlich bei neuen Keimen die nicht zufällig entstehenden und doch in seinem Plan liegenden Abweichungen hervor und bewahrt diejenigen Abweichungen, welche zu seinem Plan gehören, aber den Organismen keine gesteigerte Konkurrenzfähigkeit geben, vor dem Wiedererlöschen durch Kreuzung.[2]) Die Selektion ist dann nur technische Beihilfe zur automatischen Bewahrung des einmal durch innere Entwickelung erreichten Anpassungsgleichgewichtes.

Somit faßt Hartmann den Begriff der natürlichen Anpassung ziemlich übereinstimmend mit Nägeli in der allein fruchtbaren Weise als teleologischen; die Unterordnung unter den Begriff wird durch die Nützlichkeit der fraglichen Einrichtung entschieden. Übereinstimmend mit Nägeli ist ferner die Überzeugung, daß die Anpassung noch nicht den Stammesfortschritt erklärt. Dagegen während Nägeli die Anpassung durch direkte Einwirkung der äußeren Bedingungen entstanden glaubt und den Kampf nur zum Wegräumen der Zwischenformen verwertet, legt Hartmann dem direkten Einfluß der äußeren Existenzbedingungen kaum irgend eine Bedeutung bei und erklärt die Anpassung teils aus der Konkurrenz, teils aus dem metaphysischen inneren Prinzip.

Als typischer Vertreter der unbedingten Gegner Darwins kann der Botaniker Wigand gelten, der drei dicke Bände der Bekämpfung Darwins widmet. Das Werk ist überreich an geschickt ausgewähltem wissenschaftlichen Material, das die Unmöglichkeit der Selektions-

---

[1]) Hartmann, Wahrheit und Irrtum im Darwinismus. 1875. S. 83.
[2]) Hartmann, Philosophie des Unbewußten. 1882. Bd. II, S. 250.

theorie beweisen soll, für den Unparteiischen aber im günstigsten Fall — die Richtigkeit der Mitteilungen vorausgesetzt — auf die Lücken der Theorie hinweist. Gerade seine eigene Anpassungslehre beweist aber, daß, nachdem Darwin einmal den Selektionsgedanken ausgesprochen, kein Forscher mehr sich von ihm frei machen kann. Wenngleich Wigands positive Darstellungen nicht nur weit schwächer als der negierende Teil sind, sondern überhaupt nur an zerstreuten Stellen die Kritik unterbrechen, so ist doch gerade betreffs der Anpassung Wigands eigene Meinung ganz ausführlich dargelegt.

Resultat der Selektion durch Konkurrenz kann Anpassung nicht sein, weil erstens ein Kampf zwischen angepaßten und nicht angepaßten Wesen nie stattfindet, da die nicht Angepaßten überhaupt nicht existieren könnten[1]), weil zweitens bei einem Kampf zwischen mehr und weniger Angepaßten meist zufällige und nicht die zu züchtenden Merkmale die Entscheidung bringen, schließlich, weil viele Anpassungscharaktere in wechselseitigem Verhältnis stehen, so daß zur Erklärung der einen Einrichtung eine andere und zwar gerade diejenige, welche selbst erst vermittels der ersten erklärt werden kann, vorausgesetzt wird.[2]) Dieses und ähnliches, dessen empirische Unterlage kein Darwinist bestreitet, jeglicher vielmehr bequem für seine Sache auszunutzen gewohnt ist, soll nach Wigand beweisen, daß die Anpassung nicht Resultat der Selektion ist, sondern „einen Grund voraussetzt, welcher im Anfang eine derartige Kombination der Umstände hergestellt hat, daß daraus demnächst lediglich im Verfolge der kausalen Entwickelung jenes Anpassungsverhältnis resultirt, und dieser Grund kann kein materieller, sondern nur ein geistiger sein“.[3])

Beschränkte sich Wigands Lehre auf diese anthropomorphe Teleologie, so wäre es nur eine Wiederholung der Jahrtausende alten, am nächsten liegenden Anschauungen. Sie hat jedoch noch einen modernen Zusatz; der einzige Versuch Wigands, die Anpassung seinerseits nicht bloß dem Schöpfer zu überlassen, sondern einer Erklärung näher zu bringen, und dieser Zusatz ist entschieden — darwinistisch. Die Thatsache nämlich, daß jedes lebende Wesen — wie die Darwinisten sagen: den Verhältnissen angepaßt ist —, wie Wigand sagt: eine seinen Bedürfnissen entsprechende Stelle in der Natur hat, läßt sich „einfach daraus erklären, daß jedes

---

[1]) Wigand, Darwinismus und die Naturforschung Newtons und Couviers. 1876. Bd. I, S. 104.

[2]) Wigand, Bd. I, S. 130. [3]) Wigand, a. a. O. Bd. II, S. 273.

Wesen diese Stelle aufsucht, soweit der Instinkt und die Vehikel der Verbreitung dazu ausreichen, und daß diejenigen Individuen bezw. Arten, welche diese Stelle nicht finden oder an sich den gegebenen Bedingungen nicht angepaßt sind, unterdrückt werden bezw. aussterben". Der entscheidende Gedanke ist also der, daß der Differenzierungsfortschritt in der Organismenreihe einem kausal nicht interpretierbaren inneren Gesetz folgt, daß die verschiedenen Organismenstufen durch transscendente Zwecksetzung Verhältnissen entsprechen, die irgendwo auf der Erde realisiert sind, daß aber der Ort dieses Fortschrittsvorganges unabhängig ist von den äußeren Verhältnissen, daß vielmehr jede irgendwo höher differenzierte Art von ihrem zufälligen Schöpfungszentrum aus über die Erde wandern muß, um jene entsprechende Verwirklichung passender Bedingungen zu suchen und unterzugehen, sofern sie dieselben nicht findet. So ist der fruchtbare Darwinsche Gedanke schließlich zu einem Anhängsel an unwissenschaftliche Glaubenssätze geworden, die jedenfalls einheitlicher und bequemer würden, wenn man sie in ihrer alten Form restituierte, in der Form, daß der Schöpfer nicht nur alles zweckmäßig geschaffen, sondern jegliches auch an seinen passenden Platz gestellt hat. —

Die Betrachtung der verschiedenen Anpassungslehren sollte uns zu einer Definition führen, die einerseits der thatsächlichen Anwendung des Begriffs in der Literatur entspricht, andererseits, sofern verschiedene Anwendungen vorliegen, für die Entwickelung der Wissenschaft am fruchtbarsten zu sein verspricht. Eben die methodologische Unfruchtbarkeit ließ den so verbreiteten Haeckelschen Anpassungsbegriff als unerwünscht erscheinen; war er doch nichts mehr als eine leere, der Erklärung nicht näher führende Überschrift für eine Reihe von Erscheinungen, denen nichts anderes gemeinsam war, als der Umstand, daß sie durch die an und für sich strittigen Vererbungsgesetze nicht erklärt werden könnten. Alle übrigen Anpassungslehren, wenn wir von Hartmanns und Wigands metaphysischen Spekulationen absehen, hatten nun offenbar zwei wichtige Punkte gemeinsam, erstens nämlich, daß die beeinflussende Bedingung nicht singulär ist, sondern die Entstehung der hervorgerufenen Veränderung überdauert, und daß zweitens der erreichte Effekt dem Individuum gegenüber jener Bedingung nützlich ist für die Selbsterhaltung oder die Erhaltung der Art. Weiter erstreckt sich das Gemeinsame nicht; die Art und Weise, wie diese nützliche Umänderung erreicht wird, ist Gegenstand der Diskussion und wird

bei jedem anders ausgeführt; unmöglich kann sie daher einen notwendigen Teil des Begriffs bilden. Erst wenn wir von allem abstrahieren, was sich auf die Mittel und Wege bezieht, durch welche das Resultat zu stande kommt, erst dann erhalten wir einen Anpassungsbegriff, welcher der thatsächlichen Anwendung der verschiedenen Forscher konform ist und methodologische Bedeutung hat.

Aber noch ein anderes darf nicht übersehen werden. Die bisher besprochenen Werke beschäftigen sich lediglich mit der Anpassung der tierischen und pflanzlichen Individuen; allmählich aber sind die Darwinistischen Hilfsbegriffe über die engen Grenzen der Gebiete, auf denen sie entstanden, weit hinausgetragen. Umbildungen, welche durch fortdauernde Bedingungen entstehen und diesen gegenüber sich nützlich erweisen, sind offenbar nicht auf die Artenentwickelung, nicht einmal auf die organische Welt beschränkt. Die Bedingungen für diese Betrachtungsweise sind nicht minder in dem Verhalten der Zellen im einzelnen Gewebe, der Gewebe im Organ, der Organe im Apparat gegeben, und die Verwertung der Anpassungsbegriffe erwies sich mithin, wenn auch der Versuch bisher erst spärlich unternommen, dort als nicht minder fruchtbar. Aber auch in der anorganischen Natur bieten die kleinsten Elemente wie die größten Komplexe, die Molekule wie die Gestirnsysteme ein Bild gegenseitiger Beeinflussung, für dessen weitere Klarstellung der Versuch, Darwinistische Prinzipien anzuwenden, mehrfach gewagt wurde. Vor allem öffnete sich ein großes Feld mit dem Unternehmen, die Anpassungslehre auf diejenigen Vorgänge auszudehnen, welche von Bewußtseinserscheinungen begleitet sind.

Man hat in der ganzen Literatur aller dieser Bemühungen oft nur eine ausgedehnte bildliche Übertragung sehen wollen. Thatsächlich liegt aber nur eine Übertragung von Worten, nicht von Begriffen vor. Die Worte sind natürlich aus der Sphäre derjenigen Wissenschaft gewählt, in deren Gebiet der Begriff zuerst entstand; damit ist aber nicht gesagt, daß, weil das Wort in einer anderen Wissenschaft nur bildliche Bedeutung haben kann, der Begriff in derselben nicht ganz ähnliche substantielle Unterlage findet und mit demselben Recht im Gebiet der zweiten Disziplin hätte entstehen können. So war es schon eine dem Wort nach bildliche Übertragung, als man von einem Kampf ums Dasein bei den Pflanzen sprach, da ein Kampf nur unter den Tieren vorkommt. Das spezifisch Tierische des Kampfes ist aber entschieden nur Nebenfunktion des Wortes; diejenigen wesentlichen Faktoren, welche wir in Beziehung

auf die Selektionsidee mit dem Wort Kampf bezeichnen, ließen sich ebenso bei den Pflanzen nachweisen und nicht minder bei den Zellen und Geweben.

Dasselbe gilt von der Anpassung. Das Wort, das ja ohnehin schon nur ein Bild bedeutet, mag bei weiterer Anwendung nur noch zum Bilde seiner ursprünglich bildlichen Bedeutung werden; die von dem Wort bezeichneten Hauptmerkmale sind dagegen in jenen anderen Gebieten ebenso vorhanden wie im Reich der Tiere und Pflanzen. Wenn wir dem Anpassungsbegriff wirklich zureichende Bedeutung geben wollen, so müssen wir ihn entschieden so ausdehnen, daß er nicht nur für tierische und pflanzliche Individuen paßt, für die er zuerst benutzt wurde, sondern den ganzen Kreis, der thatsächlich unter diesem Gesichtspunkt betrachtbaren Größen einschließt.

Die allgemeine Anpassungslehre wird demnach etwa folgendermaßen lauten:

„Jede organische Einheit nimmt unter dem Einfluß eines relativ konstanten Bedingungskomplexes von allen möglichen Lagen ihrer Teile stets diejenige ein, welche bei der Fortdauer der Bedingungen für ihre Erhaltung am vorteilhaftesten ist."

Auf welche Weise dieses erreicht wird, ob durch direkte oder indirekte, physikalische, chemische oder funktionelle Umbildung, durch Kampf ums Dasein, Migration, Funktionswechsel, Gebrauch, Übung, psychische Mittel u. s. w., das hängt von der Art der organischen Einheit und der Bedingungen ab; wird meistens auch nur durch eine Kombination der Prinzipien erklärbar, und bleibt auch dann noch häufig diskutierbar.

Der Wert dieser Lehre besteht nun darin, daß die Betrachtung unter dem Gesichtspunkt der Nützlichkeit, wie sie die obige Regel ausspricht, das wertvollste Vehikel bei der Erforschung des ursächlichen Zusammenhanges ist. Denn die Lehre enthält zugleich die Umkehrung, daß, wenn eine bestimmte Gestalt und Beziehung der Teile in einer organischen Einheit für dieselbe einer bestimmten Bedingung gegenüber nützlich ist, daß dann jene Bedingung die betreffende Modifikation ursprünglich veranlaßt habe. Dabei darf allerdings nie vergessen werden, daß diese Betrachtung in dem Nützlichkeitsfaktor ein der wirklichen Naturerkenntnis fremdes Element enthält, welches als Hilfsgröße bei der Aufsuchung des Kausalzusammenhanges seine Dienste leistet, bei der Darstellung der

durch die Untersuchung gefundenen Vorgänge aber völlig eliminiert werden muß.

Die naturwissenschaftliche Anwendung wird mithin zunächst die Zweckmäßigkeit einer Eigentümlichkeit feststellen, um dann die Eigentümlichkeit selbst als notwendig zu erklären. Die Erklärung selbst ist noch nicht in der Lehre enthalten; eben dadurch. daß sie sich nicht von vornherein auf ein einzelnes Erklärungsprinzip beschränkt, gewinnt sie die Fähigkeit, der Gesamtheit zweckmäßiger Natureinrichtungen gerecht zu werden und jeden einzelnen Fall individuell zu behandeln. Sie führt mithin nur bis zu dem Punkt, wo wir aussagen können, daß eine bestimmte äußere Bedingung die Ursache zu einer bestimmten Erscheinung war. Damit ist schon unendlich viel gewonnen! Um eine wirkliche Kausalreihe herzustellen, bleibt natürlich immer noch übrig, die Erscheinung aus jener Ursache zu erklären.

An Hilfsmitteln zu dieser außerhalb der eigentlichen Anpassungslehre liegenden Arbeit fehlt es ja schon jetzt nicht; allen voran geht der Grundgedanke des Darwinismus, die natürliche Zuchtwahl. Die Erkenntnis dieser Hilfsprinzipien wird sicher noch große Fortschritte machen, die allgemeine Anpassungslehre aber wird und muß trotz allen Fortschritts unverändert sich erhalten, denn sie bleibt fruchtbar, solange, bis alle Vorgänge der organischen Welt kausal verstanden sein werden.

II. Anwendung der Anpassungslehre.

Die Lehre von der natürlichen Anpassung nahm beim Verfolg ihrer historischen Entwickelung eine Gestalt an, in welcher sie nicht der typische Ausdruck eines Kausalzusammenhanges, mithin nicht, wie so oft angenommen, ein Naturgesetz und noch weniger der Ausdruck einer Urfunktion der Materie war, sondern lediglich eine nützliche Maxime der Naturforschung, ein wertvolles Hilfsmittel zur Erkenntnis zu sein schien, welches den Anfangs- und Endpunkt einer Kausalreihe fixierte. Die Betrachtung, ein Organ sei an eine Bedingung angepaßt, enthält also an sich noch keine Bereicherung unserer Naturkenntnis; dagegen enthält diese Betrachtung durch die teleologische Verknüpfung eine methodologisch fruchtbare Hervorhebung derjenigen Faktoren, zwischen denen dann eine weitere, über die Anpassungslehre hinausgehende Überlegung meist den Kausalzusammenhang finden wird. Die Lehre selbst gehört somit nicht in die Darstellung der Natur, sondern in die der naturwissenschaftlichen Methoden, und daher muß die eingehende Untersuchung der Anpassungslehre zwei verschiedene Fragen auseinanderhalten. Die erste Frage ist: in welchen Gebieten und bei welchen Fällen ist durch die Betrachtung unter dem Gesichtspunkt der Anpassungslehre eine Förderung der Naturerkenntnis zu erwarten; eine Frage, die dahin erweitert werden muß: wo ist die Anpassungslehre anwendbar? Die Beantwortung wird natürlich hauptsächlich von der Naturwissenschaft zu erwarten sein. Die zweite Frage aber: welche Stellung nimmt die Anpassungslehre innerhalb der Methodenlehre ein und wie verhält sie sich zur Kausalität und Teleologie? wird nur von der Philosophie beantwortet werden können. Die Betrachtung ihrer naturwissenschaftlichen Anwendung und ihrer philosophischen Bedeutung wird somit den eigentlichen Inhalt der Untersuchung bilden müssen.

Wo ist die Anpassungslehre anwendbar? Der Definition entsprechend, werden die Bedingungen zu ihrer Anwendung da verwirklicht sein, wo entweder eine organische Einheit unter dem Einfluß relativ konstanter Bedingungen steht, oder wo solche organische Einheit irgend einer Existenzbedingung gegenüber die zweckmäßigste Gestaltung hat; im ersteren Falle handelt es sich um den Prozeß der Anpassung, im anderen Falle um den Zustand vollendeter Anpassung. Die große Zahl sowohl von organischen Gestaltungen als von äußeren Bedingungen führt somit natürlich zu einer unerschöpflichen und in ihrer Totalität unübersehbaren Menge von Fällen für die Anwendbarkeit der Anpassungslehre. Erst durch fortgesetzte Einteilung wird sich ein Fächerwerk herstellen lassen, in welchem jede Abteilung verhältnismäßig gleichartiges enthält, so daß dann innerhalb der engeren Kreise sämtliche möglichen Fälle durch wenige typische Beispiele vertreten werden können.

Derartige Klassifizierungen und Gruppierungen sind mehrfach durchgeführt. So teilt Haeckel[1]) in Fälle indirekter und direkter Anpassung ein und erstere in individuelle, monströse und geschlechtliche, die direkten in Fälle allgemeiner, gehäufter, wechselbezüglicher und abweichender Anpassung. Wundt[2]) unterscheidet mechanische, chemische und funktionelle Anpassung, wobei er innerhalb der ersten Gruppe die Erscheinungen der wechselseitigen mechanischen Adaption der Teile des Organismus von denjenigen trennt, bei welchen äußere Druck- und Zugkräfte als die ursächlichen Faktoren auftreten. Jäger[3]) spricht von elementarer chemischen, elementarer physikalischen und soziologischer Anpassung, zugleich unter Berücksichtigung von ontogenetischer und phylogenetischer Adaption. Hartmann[4]) will alle betreffenden Erscheinungen auf chemische Abänderungen, anatomische Umgestaltungen, Vergrößerungen des Ganzen oder einzelner Teile und schließlich Veränderungen im periodischen Verhalten zurückführen. —

Abgesehen davon, daß z. B. Haeckel, wie wir sahen, von ganz abweichendem Anpassungsbegriff ausgeht, verfolgen und erreichen diese und zahlreiche ähnliche Einteilungen ein wesentlich anderes Ziel als unserer Betrachtung gegeben ist. Dort galt es, die Anpassungslehre durch einzelne, besonders auffallende, den verschie-

---

[1]) Haeckel, Generelle Morphologie. Bd. II, S. 202—219.
[2]) Wundt, Logik. Bd. II, Methodenlehre, S. 444 ff.
[3]) Jäger, Handwörterbuch der Zoologie und Anthropologie. Bd. I, S. 140 ff.
[4]) Hartmann, Wahrheit und Irrtum im Darminismus. S. 89.

densten Gebieten angehörige Beispiele zu illustrieren; hier gilt es zu untersuchen, wo überall die Lehre angewandt worden ist oder angewendet werden kann. Daher wird sich unsere Untersuchung mit den als besonders instruktiv herausgegriffenen Formen der Anpassung nicht begnügen können, zumal nur der kleinere Teil der Fälle sich denselben unterordnen läßt, sondern sie wird nach Einteilungsgründen suchen müssen, welche für alle denkbaren Erscheinungen ausreichen; das ist aber nur dann möglich, wenn wir sie aus der Definition der Anpassungslehre durch vollständige Teilung der in ihr enthaltenen Begriffe ableiten.

Zu diesem Zwecke seien folgende Betrachtungen erlaubt:

Da eine notwendige Bedingung für die Anpassungserscheinung das Subjekt, die organische Einheit ist, so wird sich das Material der Einzelfälle zunächst unter dem Gesichtspunkt der Verschiedenwertigkeit dieser Einheiten gruppieren lassen. — Der Vorstellung einer organischen Einheit liegt offenbar eine Abstraktion zu Grunde; es wäre aber, so naheliegend es auch scheint, dennoch unthunlich, zum Vorbild jene ursprünglichste aller naturwissenschaftlichen Abstraktionen zu wählen, die bei Betrachtung höherer Formen schon dem naivsten Bewußtsein sich aufdrängende Bildung des Individualbegriffes. Das Individuum ist zweifellos eine organische Einheit, aber nicht jede organische Einheit ist ein Individuum.

Zwar ist auch der Begriff des Individuums mit Nutzen für den wissenschaftlichen Gebrauch über die Vorstellung des Organismus erweitert, das Kriterium bleibt aber, daß den als Individuen betrachteten Gebilden die Eigenschaften des Organismus zukommen, ähnlich wie die postulierten Moleküle alle physikalischen Eigenschaften des anorganischen Körpers besitzen. So durfte man von der Zelle als einem individuellen Elementarorganismus sprechen, dem, wie dem Organismus die Assimilation, die Fortpflanzung und vielleicht die spontane Bewegung zukommt.[1]) Und ebenso ließ sich der Individualbegriff nach oben hin auf die Stöcke, die Siphonophoren[2]) u. s. w. beziehen. Ein Gewebe, ein Organ, eine Art entspricht aber durchaus nicht dem Begriff des Individuums; es wäre mithin unfruchtbar, wie es Haeckel[3]) thut, die organische Einheit mit dem Individuum zu indentifizieren, wenn es sich darum handelt, das materielle Substrat der Anpassungserscheinungen zu bestimmen.

---

[1]) Wundt, Logik. Bd. II, S. 453.

[2]) Leukart, über den Polymorphismus der Individuen.

[3]) Haeckel, Generelle Morphologie. Bd. I, Buch 3.

Wir werden vielmehr die bestimmenden Merkmale dieser Abstraktion unabhängig vom Individualbegriff bilden müssen.

Der passendste Ausgangspunkt dürfte hierzu der notwendige Zusammenhang der Teile sein; zur bloßen Erhaltung ist ein solcher Zusammenhang nicht nötig, da ja der kleinste Teil schon für sich bestehen kann. Notwendig kann der Zusammenhang doch nur für etwas sein, was dem Ganzen, aber nicht den Teilen zukommt, und das ist die spezifische Leistung, die Funktion. Somit nennen wir jedes organische Gebilde, dessen Funktion durch die Korrelation seiner Teile bedingt ist: eine organische Einheit. Daraus ergiebt sich ohne weiteres, daß die organischen Einheiten in aufsteigender Reihenfolge die Zelle, das Gewebe, das Organ, der Organapparat und der Organismus sind. Letzterem kommt somit durchaus keine bevorzugte Stellung zu; ebensowenig bildet er die letzte organische Einheit, wenngleich es schwierig ist, die Weiterfolge zu bestimmen. Streng genommen müßte das geschlechtliche Paar, die Familie, der Staat folgen[1]); alle drei Formen haben aber nur für einen Teil der organischen Welt wirkliche Geltung, und somit sind wir genötigt, wenn wir eine über dem Individuum stehende Einheit abstrahieren wollen, den zu Zwecken der Systematik aufgestellten Artbegriff zu verwerten, der für alle Organismen gleichmäßig Geltung hat. Allerdings läßt sich von einer gemeinsamen Funktion der Art ja nur in beschränktem Sinne sprechen, insofern zwar jeder Art bestimmte Leistungen in Beziehung auf die andere organische Welt zukommen, diese Leistungen aber nicht durchaus an die Integrität der Teile geknüpft sind. Dennoch sind die in der Natur gegebenen Momente, die zur Aufstellung des Artbegriffes und sogar zur These von der Konstanz der Art führten, genügend zahlreich, um die Auffassung der Spezies als höhere organische Einheit zu rechtfertigen.

Die erste Einteilung des Materials wird somit die sein, daß wir die zweckmäßigen Umwandlungen der Zellen, Gewebe, Organe, Organismen und Arten einer gesonderten Betrachtung unterziehen. Zur Begründung dieser Nebeneinanderstellung so ungleichwertiger Einheiten sei aber noch an folgendes erinnert.

Die naive Teleologie der früheren Zeit sagte: jedes Gewebe, jedes Organ ist vorhanden zu dem Zweck, den Organismus zu erhalten; diese Auffassung ist nun im allgemeinen in unserem Jahrhundert beseitigt. Um aber aus dem teleologisch aufgefaßten Zu-

---

[1]) Preyer, allgemeine Physiologie. 1883. S. 129.

sammenhang einen kausalen herzustellen, glaubte man lediglich das Verfahren direkter Umkehrung verwerten zu müssen, und so sagt der Darwinist: das Organ, der Apparat u. s. w. existiert nicht, damit es den Organismus erhält, sondern weil es denselben erhält; eine ganz willkürliche Annahme, die, wie gesagt, ihren Grund nur in der früheren teleologischen Form haben kann, bei welcher die Rückbeziehung auf das ganze Individuum selbstverständlich war. So, wie der Organismus sich erhält, weil er den Bedingungen angepaßt ist, so erhält sich auch das Gewebe, das Organ zunächst, weil es in sich selbst die Möglichkeit der Selbsterhaltung gegenüber den äußeren Bedingungen besitzt, erst in zweiter Linie, weil das Individuum, von dem es einen Teil bildet, sich mit dem Organ besser erhält.

Alle mit gewissen Merkmalen phylogenetisch herausgebildeten Zellen, Gewebe, Organe u. s. w. werden also den Grund ihrer Existenz aus zwei konkurrierenden Prozessen herleiten, nämlich erstens aus ihrem eigenen Kampf mit gleichwertigen Teilen und zweitens aus dem Kampf der Individuen. Wo die Grenze zwischen beiden Faktoren liegt, ist a priori natürlich nicht zu bestimmen. Vorurteilslose Betrachtung wird aber zugeben müssen, daß offenbar dem Kampf der Teile im Organismus schließlich doch eine weit wesentlichere Rolle für die Phylogenie zukommt als dem Kampf der Organismen. Jede einzelne der Millionen zweckmäßigen Eigenschaften des Körpers könnten wir uns wohl als durch Auslese der Individuen in Jahrtausenden entstanden denken; für das Zusammensein aller dieser Eigenschaften verliert die Annahme, daß jede einzelne durch Selektion der Organismen gezüchtet sei, jeden greifbaren Halt. Wir können uns vorstellen, daß durch Züchtung die zweckmäßige Lagerung der Knochenbälkchen oder die zweckmäßige Anordnung der Retinazapfen oder die zweckmäßige Gestaltung des Verdauungskanals, kurz, jedes einzelne Merkmal in tausenden von Generationen langsam gebildet sei; daß aber alles das zugleich, und ebenso die Millionen von zweckmäßigen Drüsen, Millionen von Nervenfasern, Kapillaren, Muskelbündeln, Epithelbekleidungen u. s. w. ebenfalls nur durch Überleben der mit den zweckmäßigen Einrichtungen ausgerüsteten Individuen entstanden sei, das ist eine bequeme schablonenhafte Scheinerklärung, die bei Weiterführung an der Hand der vergleichenden Anatomie auch unter den kühnsten geologischen Voraussetzungen zu Absurditäten führt. Wir sind eben gezwungen, anzunehmen, daß jene unzähligen zweckmäßigen Eigenschaften, wo

sie zufällig entstanden, sich deshalb erhielten, vererbten und häuften, weil sie die Momente der Selbsterhaltung enthielten, weil sie z. B. durch den spezifischen Reiz, der ihre Funktion auslöste, ernährt wurden[1]) u. s. w. Die beste Bestätigung findet diese Annahme in der Thatsache, daß Geschöpfe unter experimenteller Variation der Bedingungen häufig einzelne Teile in kurzer Zeit so zweckmäßig umgestalten, daß, wenn die Bedingungen und die angepaßten Tiere uns in der Natur begegneten, wir wieder mit dem schweren Rüstzeug der Anpassung durch Jahrtausende lange Auswahl der Individuen vorgehen müßten und nie glauben würden, daß in jedem einzelnen Individuum die betreffende Anpassung durch den Kampf der Zellen, Gewebe u. s. w. vielleicht in wenigen Monaten erreicht werden konnte.

Aber diese Parallelsetzung der verschiedenwertigen Einheiten wird noch andere Konsequenzen mit sich bringen. Wir gingen davon aus, daß jede Anpassung zweckmäßig sei. Zweckmäßigkeit setzt einen Zweck voraus; der Teleologe sieht denselben in zwei Formen, erstens kommt den organischen Einheiten der Zweck zu, das Individuum und die Art zu erhalten, zweitens haben sie den Zweck, ihre Funktion zu erfüllen. Wir sahen schon, daß die Forderung, die niederen Einheiten sollten dem Individuum dienen, für das letztere eine unberechtigte Ausnahmestellung beansprucht, so daß diese Form des Zweckbegriffs mit unserer Aufstellung einer kontinuirlichen Reihe von Einheitsabstraktionen nicht vereinbar ist. Wir werden vielmehr gleichmäßig als Zweck der Zelle die Erhaltung des Gewebes, als Zweck des Gewebes die Erhaltung des Organs u. s. w. betrachten. Da aber dieser Zweck der Erhaltung der nächst höheren Einheit lediglich durch die Leistung der spezifischen Funktion erfüllt wird, so werden alle Zwecke in der Funktion beruhen. Eine zweckmäßige Anpassung kann also nur die Erhaltung der Funktionsfähigkeit erzielen, und da diese gleichbedeutend ist mit der Erhaltung, d. h. dem Stoffwechsel des materiellen Substrats, so wird schließlich als bestimmender Zweck für die Umwandlung der Zelle, des Gewebes u. s. w. bis hinauf zur Gesamtheit der organischen Welt lediglich der Stoffwechsel, die eigene Erhaltung der betreffenden Einheit bleiben.

Diesem Gedankengang des Teleologen bleibt der des Empirikers, der ein Zweckmotiv außer im Bewußtsein des denkenden Individuums nicht in der Natur anerkennt, völlig parallel. Auch er erkennt in

---

[1]) Roux, Kampf der Teile im Organismus. 1881. S. 111—165.

der Erhaltung der höheren Einheit nur das Resultat des Zusammenwirkens der Funktionen niederer Einheiten; durch das Zusammenwirken der Organapparate erhält sich das Individuum u. s. w. In der Funktionsfähigkeit sieht auch er nur das Resultat der stofflichen Erhaltung; hier aber muß er noch einen Schritt weitergehen, da er in der letzten Bedingung, der Selbsterhaltung, ebenfalls nicht einen Zweck erblicken kann. Wir nennen allerdings jede der Erhaltung der organischen Einheit dienende Bedingung eine günstige und jede diese Erhaltung bewirkende Umgestaltung eine zweckmäßige; aber wir nennen sie nur deshalb so, weil das Gebilde, sobald es sich nicht erhalten kann, aufhört, als organische Einheit zu existieren; mithin aufhört, unter unseren abstrahierten Begriff des Organischen zu fallen, d. h. aufhört, Objekt unserer sich mit dem Organischen beschäftigenden Betrachtung zu sein. Hier ist die letzte Ursache für die Zwecksetzung der Selbsterhaltung. Wenn wir irgend ein Objekt als unter einen bestimmten Begriff fallend betrachten, so nötigen uns psychologische Ursachen, vor allem unser intellektuelles Lust- und Unlustgefühl, in der Zugehörigkeit zu diesem Begriff den Zweck des Objekts zu suchen, und unzweckmäßig für dasselbe alles zu nennen, was jenes Objekt dem durch unsere Begriffsbildung begrenzten Kreis entzieht. So nennen wir, wofern wir ein Gebilde unter dem Gesichtspunkt des Organischen betrachten, ungünstig jede Bedingung, welche den Körper aufhören läßt, unserem Begriff des Organischen zu entsprechen. Der letzte Zweck der organischen Einheit ist somit nicht ihre Selbsterhaltung, sondern ihre Zugehörigkeit zu unserem menschlichen Begriff von ihr, eine Konsequenz, die am deutlichsten den anthropocentrischen Standpunkt in der Zweckmäßigkeitslehre aufweist.

Andererseits aber läßt sich nun auch von demjenigen, der die Zwecke in der Natur ausschließt, gegen die Berechtigung dieser Zweckform nichts einwenden. Der wissenschaftlich ordnende Mensch hat die volle logische Berechtigung, wirklich Zwecke zu setzen, und die Bedingungen, unter denen die organischen Gebilde stehen, von dem Gesichtspunkt zu betrachten, ob sie geeignet oder ungeeignet sind, die betreffenden Objekte in den Kreis seines Begriffs vom Organischen zu stellen. Da aber das Organische nur so lange organisch bleibt, als es sich selbst erhält, so ist auch der Empiriker entschieden veranlaßt und berechtigt, sofern er nur die Quelle dieses Zweckbegriffs in seiner eigenen Betrachtung sucht, in der Selbsterhaltung den Zweck der organischen Einheit zu suchen. Einen

weiteren Zweck abzuleiten, kommt ihm im allgemeinen nicht zu: die Funktion wie die Erhaltung der höheren Einheit werden sich aus der Erhaltung der Teile ergeben; sie aber als Zwecke zu setzen, kann für gewisse Betrachtungen von Wert und deshalb erlaubt sein, liegt jedoch außerhalb des Rahmens der Naturwissenschaft, und auf ihrem Boden wollten wir das Material der Anpassungslehre suchen.

Wenn aber Zelle, Gewebe, Organ, Apparat, Organismus, Art, gesamte organische Welt, kurz jede Einheit nur den Zweck hat, sich selbst zu erhalten, so können offenbar alle äußeren Bedingungen nur in zwei Gruppen zerfallen, solche, welche der Erhaltung günstig, und solche, welche ihr ungünstig sind. Da die Erhaltung des Organischen aber auf dem Stoffwechsel basiert, so werden wir bei der Einteilung der Bedingungen von einer qualitativen Unterscheidung absehen müssen und lediglich die quantitative berücksichtigen: in welchem Grade eine Bedingung den Stoffwechsel befördert oder vermindert. Natürlich ist dieses Verhältnis zum Stoffwechsel meist nur ein indirektes; dennoch ist eine Beziehung zu demselben stets vorhanden und wir müssen uns ganz entschieden auf die Berücksichtigung dieser Beziehung beschränken, solange wir als Zweck der organischen Einheit nur seine Selbsterhaltung normieren.

Wir sehen also, daß, während in unserer Anpassungslehre der Begriff der organischen Einheit einen bequemen Einteilungsgrund für das naturwissenschaftliche Material bot, uns der jeder Anpassung ebenfalls notwendige Faktor der äußeren Bedingung kein entscheidendes Einteilungsmerkmal bietet, da alle Bedingungen, seien sie mechanischer, physikalischer, chemischer, anatomischer oder physiologischer Art doch nur in ihrer Eigenschaft als Stoffwechselbedingungen in Frage kommen.

Dagegen werden wir als sekundäres Einteilungsprinzip zweckmäßig unterscheiden, ob die äußere Bedingung, welcher eine Einheit sich anpaßt, konstant und von derselben unabhängig ist, oder ob sie im Vorhandensein einer gleichwertigen organischen Einheit besteht, die sich ihrerseits nicht minder der ersten anzupassen gezwungen ist. Vom Standpunkt der einzelnen Einheit wird sich der zweite Fall, die wechselseitige Anpassung, dem ersten, der einseitigen, unterordnen; für das Organ ist es gleich, ob die konstante Bedingung, der es sich anpaßt, außerhalb des Körpers liegt oder nur ein anderes Organ desselben Körpers ist; jedoch der Umstand, daß es selbst auf das andere anpassend zurückwirkt, macht jene Trennung wünschenswert. Die wechselseitige Anpassung wird als

Resultat des Kampfes der Teile mit einer für jeden Teil möglichst günstigen Gestaltung enden.

Unsere Betrachtung wies uns ferner darauf hin, die ontogenetische Anpassung von der phylogenetischen zu trennen; es deckt sich damit im allgemeinen die Scheidung derjenigen Fälle, in denen der Prozeß der Anpassung unserer Betrachtung unterliegt, von denjenigen, bei welchen wir den Zustand vollendeter Anpassung vor uns haben, und den Prozeß nur hypothetisch erschließen. Diese vorläufige Klassifikation dürfte genügen, um die Fälle der Anwendung unserer Anpassungslehre systematisch darstellen zu können.

Wir betrachten also 1. Zelle, 2. Gewebe, 3. Organ und Organapparat, 4. Organismus, 5. Art, 6. gesamte organische Welt. Innerhalb jeder der fünf ersten Abteilungen trennen wir die einseitige Anpassung an konstante Bedingungen von der wechselseitigen Adaption mit gleichartigen Einheiten. Als weitere Gliederung scheiden wir dann noch, wo angänglich, die Fälle, in denen der Prozeß selbst, von denen, in welchen nur der resultierende Zustand gegeben ist.

Eines aber ist hierbei vor allem stets gegenwärtig zu halten, daß nämlich jede derartige Darstellung fortwährend von der Abstraktion Gebrauch macht. Ein Individuum verändert sich nicht, ohne daß sich Apparate, Organe, Gewebe und Zellen verändern; ein Organ kann sich nicht umgestalten, ohne daß andere davon berührt werden u. s. w. Die organische Natur ist eben ein Ganzes, dessen Teile in Korrelation stehen, und die Betrachtung der Umwandlung eines Teiles, und sei dieser Teil eine mikroskopisch kleine Zelle oder eine Spezies mit Millionen Individuen, bleibt daher stets eine Abstraktion; in Wirklichkeit kommt sie niemals isoliert vor; in Wirklichkeit giebt es nur die organische Gesamtwelt, wiewohl nicht zu vergessen, daß auch diese Welt der Lebewesen nur durch eine isolierende Abstraktion uns abgelöst erscheint von dem Körper des unendlichen Weltalls! —

Was die Beispiele der folgenden Übersicht betrifft, so sind dieselben möglichst typisch gewählt, möglichst anerkannten Werken entnommen und aus möglichst verschiedenen Gebieten der Wissenschaft zusammengetragen; genaue Quellenangabe liefert den Nachweis, daß nichts *ad hoc* erfunden sei. Natürlich ist, wie es im Charakter einer methodologischen Studie liegt, für die Auswahl der Beispiele die bisherige thatsächliche Anwendung der Anpassungslehre im allgemeinen maßgebend gewesen; daß dieselbe leider für die verschiedenen Gebiete eine bisher höchst ungleichmäßige war, zeigt

sich schon der oberflächlichen Betrachtung. Während mancher verhältnismäßig geringfügige Punkt, wie z. B. Anpassung von Blumen und Insekten, Gegenstand einer großen Literatur geworden ist, harren andere Gebiete, besonders die experimentelle Anpassungslehre, noch völlig eingehenderer Untersuchung; ist doch fast die ganze Tierphysiologie auf Versuche an einem Dutzend Tierarten beschränkt. Daß wie nach jeder Beziehung, der Mensch auch bezüglich der Anpassungserscheinungen am genauesten bekannt ist, ergiebt sich schon aus der praktischen Wichtigkeit; selbstverständlich wird sich dieser Umstand in der Wahl der Beispiele wiederspiegeln.

---

1. Anpassung der Zellen.

Die Berücksichtigung der Adaptionsverhältnisse von Zellen und Geweben kann bei dem heutigen Stande der Wissenschaft kaum mehr als den Wert einer, die Darstellung der Gesamtanpassungserscheinungen einleitenden Betrachtung beanspruchen. Das soll nicht heißen, daß die betreffenden Erscheinungen so unwesentlich oder so gleichförmig oder so selten sind; im Gegenteil, es giebt keine Anpassung einer höheren Einheit, bei der nicht histologische Anpassungsprozesse beteiligt sind; Zelle und Gewebe würden bei eingehender Kenntnis uns die wichtigsten, mannigfaltigsten und häufigsten Beispiele der Anpassungslehre darbieten. Gerade jene eingehende Kenntnis mangelt uns aber noch völlig, und das hat mehrfache Gründe. Vor allem ist es bedingt durch den Charakter der histologischen Untersuchungsmethode, die in der anatomischen Erforschung der Strukturelemente überraschende Fortschritte machte, in der physiologischen Beobachtung lebender Zellen und Gewebe aber nur überaus langsam fortschreiten kann. Es ist kein Zufall, daß wir die Organe nach ihrer Funktion, die Gewebe jedoch nach ihrer Bildung und Struktur zu klassifizieren gewohnt sind.[1]) Das Studium der sogenannten frischen Gewebe kann eben nur in seltenem Falle die Untersuchung der, unserem Mikroskop meist unzugänglichen, lebendigen gesunden Teile ersetzen.[2]) Andererseits sind die zahlreichen, wertvollen Hilfsmittel zum Studium der Zellfunktion, wie feuchte Kammern, Gasröhren, Heizapparate und Elektrisiervorrich-

---

[1]) Wundt, Physiologie des Menschen. IV. Aufl., S. 17.
[2]) Fol, Vergleichende mikroskopische Anatomie. 1884. S. 94.

tungen, doch viel zu sehr von den Anforderungen des Mikroskops beeinflußt[1]), um auch nur annähernd dem Bedingungskomplex äquivalent zu sein, der für die Zellen in ihrer natürlichen Umgebung verwirklicht ist.

Noch maßgebender aber erscheint ein anderer Umstand. Die Hauptentfaltung der Histologie fiel in eine Periode der Wissenschaft, in welcher die mechanische Naturauffassung im Vordergrund stand, und, da die Histologie zugleich lediglich die Gelehrten interessierte, mithin von der üblichen Teleologie populärer Laienauffassung unberührt blieb: so kam es, daß die Frage nach dem Nutzen, nach dem Zweck der Zellstruktur und Zellfunktion vernachlässigt wurde, und solange diese Frage nicht beantwortet wird, ist auch die Anpassungslehre nicht im stande, ihren Beitrag zur Kausalerklärung jener Verhältnisse zu bringen. Vorläufig steht die Zell- und Gewebelehre in ihren Hauptteilen nur auf der Stufe elementarer Analyse, die vorwiegend deskriptiven Zwecken dient, während die Kenntnis von den makroskopischen Teilen fast völlig und nicht am wenigsten mittels der Anpassungslehre, zur Stufe der Kausalanalyse erhoben ist. Ein Fortschritt in dieser Richtung durch direkte Beobachtung läßt sich schwer erhoffen, da dieselbe für ontogenetische Verhältnisse, wie wir sahen, äußerst schwierig, für phylogenetische natürlich unmöglich ist.

Das notwendige Hilfsmittel wird also auch hier die bisher verschmähte Betrachtung unter dem Gesichtspunkt des Nutzens sein. Wenn eine Zellbildung oder Zellthätigkeit irgend einer konstanten Bedingung gegenüber nützlich zur Selbsterhaltung der Zelle ist, so wird diese Bedingung zugleich die Ursache für die Entstehung jener Struktur- und Funktionseigentümlichkeit sein, und somit wäre erklärt, was bisher nur festgestellt ist. Willkürliche Spekulation jedoch darf die Beantwortung jener teleologischen Frage nicht übernehmen, und so leicht es wäre, alle histologischen Erfahrungen in jenem Sinne umzudeuten, so unerlaubt ist es bei der vorläufigen Dürftigkeit einschlägiger Experimente. Eine Zusammenstellung einiger wenigen beobachteten oder gut begründeten Thatsachen muß somit eine systematische Darstellung der einschlägigen Verhältnisse vorläufig ersetzen. Wir betrachten zunächst die:

---

[1]) Stricker, Handbuch der Gewebelehre. Bd. I, Einleitung.

A. Anpassung der Zelle an relativ konstante Bedingungen.

Wir trennen dabei den Prozeß von dem Zustand der Anpassung, ohne zu vergessen, daß in Wirklichkeit beide einander voraussetzen. Ist doch nicht nur der Zustand vollendeter Adaption das Resultat des Prozesses, sondern dieser Prozeß auch seinerseits geht von einem Zustand der Anpassung aus, insofern der Vorgang dann erfolgt, wenn der Bedingungskomplex, welchem die organische Einheit angepaßt ist, sich ändert. Für die Abstraktion mag die Trennung dennoch erlaubt sein.

a. Der Prozeß der Zellenanpassung.

Der Prozeß kann ontogenetisch oder phylogenetisch sein; letzterer wird sich aus dem Anpassungszustand der heut lebenden Wesen theoretisch erschließen lassen, nur der individuelle wird der Beobachtung zugänglich sein. Aber auch bei diesem lassen sich von vornherein zwei Formen trennen; denn wenn der Prozeß überall da einsetzt, wo neue Bedingungen auftreten, so können diese Bedingungen normal sein oder abnormal.

Eine neue Bedingung tritt normaler Weise ein, wenn ihr Eintritt begründet ist durch einen regelmäßigen, periodischen Bedingungswechsel, unter dessen Einfluß nicht nur die beobachtete Zelle steht, sondern auch schon die ganze phylogenetische Zellenreihe stand, von der sie abstammt und deren Eigenschaften sie ererbt hat. Abnormal oder pathologisch sind dagegen die neuen Bedingungen, welche in den gewöhnlichen Lebensbedingungen nicht eingeschlossen. Normal ist für die Pflanzenzelle daher der neue Eintritt der Sommerhitze, des Tageslichtes, abnormal etwa der Einfluß künstlicher Siedetemperatur oder elektrischer Ströme. Normal eintretende Bedingung für die Tierzelle ist die Einführung von Nahrungsmitteln, abnormal das Eingeben einer Giftdosis u. s. w.

Die Beobachtung einer Zellanpassung unter abnormalen, also ganz neuen Bedingungen wird mithin das Bild eines wirklich ursprünglichen Anpassungsvorganges bieten, während die Adaption an normale Einflüsse schon eine phylogenetische Vorgeschichte hat. Jede Zelle, welche einer normal immer wiederkehrenden Bedingung sich nicht anpassen konnte, wird gestorben sein, konnte sich mithin nicht selbst vermehren und veranlaßte eventuell das Aussterben des Organismus, so daß die Fähigkeit der Zellen, sich den normalen

Einflüssen zu adaptieren, das Resultat eines der direkten Beobachtung entzogenen Selektionsvorganges ist.

Somit wäre gerade die Reaktion der Zelle auf pathologische Bedingungen eine reiche Erkenntnisquelle, gerade hier aber fehlt es an Material. Wir kennen zwar das Verhalten einzelner Zellen, welche unter dem Mikroskop oder im kranken Körper ungewöhnlichen Bedingungen ausgesetzt sind, wissen aber nicht, inwieweit die eintretenden Folgeerscheinungen der als Zweck supponierten Selbsterhaltung der Zelle bei der Fortdauer jener Bedingung nützlich sind. So vermehren z. B. Wärmezufuhr und elektrische Schläge die Kontraktilitätserscheinungen des Protoplasmas[1]; da der Gasaustausch von der Größe der Oberfläche abhängt, liegt es nahe anzunehmen, daß somit diese Veränderung der äußeren Fläche eine für den Stoffwechsel der Wärme gegenüber günstige Anpassung der Zelle ist. Derartige Betrachtungen, wie sie sich fast an jeden Zellvorgang knüpfen lassen, entbehren aber, wie gesagt, vorläufig jeder experimentellen Basis.

Die übersichtlichste Form von Zellvorgängen, die auf ihre Selbsterhaltung gerichtet, bieten die seltenen Fälle von Heilung einer Zellverwundung. So wird z. B. in der schlauchförmigen Zelle der Vaucheria[2] bei einem Einschnitt nur der unmittelbar angrenzende Teil des Protoplasmas getötet, das unzerstörte Protoplasma fügt seine Wundränder wieder aneinander und ein neues Zellhautstück scheidet sich aus.

Alle solche Fälle weisen darauf hin, daß bei den Adaptionsvorgängen die Zelle nicht als ein gleichwertiges Ganzes zu betrachten ist, das sich behufs Anpassung total qualitativ ändere, sondern vielmehr als eine Summe von einzelnen Teilen, an deren integren Zusammenhang das Zellleben geknüpft ist und die derartig in Korrelation stehen, daß die Veränderung des einen Teiles zweckmäßige regulatorische Veränderungen anderer Teile auslöst, wodurch die Zelle als Ganzes erhalten bleibt. Diese auf die Molekularstruktur der Zelle weisende Vorstellung wird sich, konform der Lehre von der Artanpassung, dahin ausführen lassen: wenn auf eine aus verschiedenen Teilen bestehende Zelle eine relativ konstante Bedingung wirkt, die für den Stoffwechsel gewisser Teile ungünstig, für die anderen günstig ist, so werden die Teile, welche sich nicht erhalten können, zu Grunde gehen, die anderen werden sich erhalten, wachsen

---

[1]) Krause, Allgemeine und mikroskopische Anatomie. 1876. S. 9.

[2]) Hanstein, Lebenszähigkeit der Vaucheriazelle. Bot. Ztg. 1873. S. 697.

und sich vermehren, die Zellen also schließlich nur aus Teilen bestehen, deren Selbsterhaltung unter der Fortdauer der äußeren Bedingung möglich ist, d. h. die Zelle wird der neuen Bedingung angepaßt sein. Vorausgesetzt ist dann, daß dieses Endprodukt noch zur Leistung der Grundfunktion geeignet, d. h. lebensfähig sei; im anderen Falle stirbt die Zelle, was selbstverständlich vor allem dann eintritt, wenn die äußere Bedingung für alle Teile nur ungünstig ist. Über die Form dieses Kampfes kleinster organischer Prozeßeinheiten sind natürlich nur Hypothesen vorläufig möglich. So werden z. B. bei Abänderung der Nahrung die stärker assimilierenden Teile sich rascher regenerieren, bei Verringerung der Nahrung werden diejenigen Teile die Herrschaft erlangen, die am wenigsten Material zur Wiederersetzung gebrauchen; unter äußeren Reizen werden die Teile siegen, welche durch den Reiz in ihrer Affinität zur Nahrung und in der Fähigkeit, sie zu assimilieren, erhöht werden.[1]) Das Resultat ist dann für die Zelle als Ganzes, daß sie der konstanten Nahrung, dem spezifischen Reiz etc. derart angepaßt wird, daß jene Bedingungen für die Erhaltung der Zelle notwendig geworden sind oder wenigstens nur in verhältnismäßig geringer Breite verändert werden dürfen, falls nicht ein neuer Anpassungsprozeß, resp. der Tod eintreten soll.

Wenn dieser Auffassung der Zelladaption an abnormale Bedingungen aus den besprochenen methodologischen Gründen noch die direkte empirische Bestätigung fehlt, so wird diese völlig ersetzt durch die Thatsache der Zellanpassung an normaler Weise eintretende Bedingungsänderungen. Mit dem Einwand, daß z. B. die Zelle eines Pflanzenkörpers, welche sich den wechselnden Einflüssen von Nässe und Dürre, Wärme und Kälte zweckmäßig anpaßt, doch zu einem Organismus gehört, der bis in die einzelne Zelle seine Eigenschaften von seinen Eltern und Ureltern ererbt hat, mit diesem Einwand ist der zu erklärende Punkt natürlich nur hinausgeschoben. Phylogenetisch wie ontogenetisch stammen alle, unendlich mannigfaltigen Bedingungen angepaßten Zellen in letzter Linie von gleichartigen Zellen ab; die Behauptung, daß nur diejenigen Zellen resp. die Organismen leben blieben und sich vermehrten, die durch bestimmten Bedingungswechsel nicht getötet wurden, nötigt daher doch noch immer zu der Forderung, daß in letzter Linie die einzelne Zelle selbst, wenn auch in noch so geringem, erst durch Fort-

---

[1]) **Roux**, Kampf der Teile im Organismus. S. 73—86.

pflanzung gehäuftem Grade, sich irgend einmal für ihre Selbsterhaltung zweckmäßig anpassen konnte, die theoretisch postulierten Vorgänge einer Molekularselektion also wirklich stattgefunden haben.

Wenn z. B. eine Amöbe in die Nähe eines anderen Organismus kommt, so gießt sie sich mit ihrem vielgestaltigen Körper um ihn herum und entzieht der eingeschlossenen Substanz alles Lösliche[1]); offenbar mußten freilebende Zellen, welche ihre Gestalt nicht so zweckmäßig dem Reiz anpassen konnten, zu Grunde gehen. — Wenn in unserem Klima Frost eintritt, so schrumpfen die Zellen zusammen, das Wasser in den Pflanzenteilen tritt aus, erstarrt interzellular, die Zelle selbst jedoch ist dadurch vor dem Erstarren geschützt.[2])

Für solche Fälle von normal immer wiederkehrendem Bedingungswechsel hat die Natur aber ein viel einfacheres Mittel. Statt die Zelle mit der Fähigkeit auszustatten, sich den neuen Einflüssen immer neu anpassen zu können, läßt sie die Zelle meist in einem Anpassungszustand, welcher das Schwanken der Existenzbedingungen auch ohne Veränderung in normaler Breite erträgt. So ist denn, obgleich jede Zelle in ihrem Leben einem mannigfaltigen Bedingungswechsel unterliegt, dennoch der Zustand unveränderter Anpassung unendlich häufiger als der unserer Beobachtung zugängliche Prozeß innerhalb des individuellen Zelllebens.

Nicht zu verwechseln mit diesen, durch relativ konstante Einflüsse ausgelösten Prozessen sind jene, welche lediglich Folge einer einmaligen Ursache sind, welche den Vorgang nicht überdauert; hier ist die Zweckmäßigkeitsfrage ausgeschlossen, von Anpassung also keine Rede.

b. Zustand vollendeter Zellanpassung.

Im Zustand vollendeter Anpassung befindet sich im allgemeinen jede gesunde Zelle der organischen Körper; jede Muskel-, Drüsen-, Nerven-, Bindegewebs-, Epithelzelle u. s. w. hat die den äußeren Bedingungen gegenüber zur Selbsterhaltung zweckmäßigste Struktur und Gestalt. So lange die Bedingungen unverändert bleiben, erhält sich somit die Zelle, auch wenn sie nicht mehr dem lebenden Organismus angehört. Losgelöste Mesophyllzellen von Landpflanzen bleiben im Wasser einige Tage, abgeschnittene Stückchen von

---

[1]) Max Schultze, Organisation der Polythalamien. S. 8.

[2]) Frank, Pflanzenkrankheiten in Schenks Handbuch der Botanik. Bd. I, Seite 414.

Moosblättern, kleine Schnitte aus der Epidermis der Wasserblätter gewisser Pflanzen sogar Wochen lang am Leben.[1]) Andererseits wird durchaus nicht jede Bedingungsänderung das Zellenleben beeinflussen, denn die Zelle verhält sich niemals bloß passiv gegenüber ihrer Umgebung; speziell ihr Ernährungsmaterial „wählt“ sie sich selbst aus[2]) und kann somit bei bedeutenden Einflußschwankungen in ihren der Mittellage angepaßten Eigentümlichkeiten erhalten bleiben.

Die vollendete Anpassung selbst ist das Resultat phylogenetischer Selektion, und da sie mithin durchweg die unerklärten Vererbungsvorgänge voraussetzt, ist sie einer wirklichen Kausalerklärung unzugänglich. Nehmen wir aber den Vererbungsfaktor als gegebene Thatsache, so bleiben für die hypothetische Erklärung der Zellanpassung noch zwei Wege offen. Die irgendwie modifizierten Zellen können nämlich erhalten geblieben sein, sich vermehrt und die Modifikationen gehäuft haben, entweder weil jene Eigentümlichkeiten dem ganzen Organismus nützlich waren, dessen Erhaltung indirekt die Zellenerhaltung bedingte, oder weil die Einrichtungen direkt der Zelle selbst nützlich waren. Nur der erste Fall liegt im Bereich des eigentlichen Darwinismus, sicher ist aber der andere nicht seltener.

Wenn z. B. die cilientragende Zelle im Wirbeltiersamen bei + 12° die untere Temperaturgrenze hat, die der Kaltblüter erst bei — 2,5° in die Kältestarre tritt[3]), so werden wir doch nicht den hypothetischen Vorgang uns so denken, daß alle Kaltblüter, deren Cilien bei der Frostgrenze matter fungierten, langsam abstarben und schließlich nur solche mit angepaßten Cilien übrig blieben; vielmehr werden wir annehmen dürfen, daß innerhalb der Zellen die Elemente sich ausbreiteten, welche die Kälte überstanden und darauf unter den Zellen beim einzelnen Tier nur die erhalten blieben und sich vermehrten, welche so der Kälte angepaßt waren. — Wenn der Protoplasmafuß der Epithelzelle verbreitert und mit feinen Zacken versehen ist, um auf den bindegewebigen Substrat festzusitzen[4]), so werden wir wieder nicht von einer Selektion der Individuen, sondern von Selektion der Zellenelemente und Zellen sprechen. Ebenso, wenn wir Zellen finden, die mit modifizierter Membran umgeben, um sich gegen gewisse Einflüsse zu schützen,

---

[1]) Frank, Pflanzenkrankheiten. S. 340.

[2]) Virchow, Cellularpathologie. IV. Aufl. S. 370.

[3]) Wundt, Physiologie. IV. Aufl. S. 129.

[4]) Krause, Allgemeine Anatomie. S. 24.

oder Zellen, deren Protoplasma sich zusammenschnüren und dadurch wandern kann, um günstigere Bedingungen aufzusuchen, oder Pflanzenzellen, deren Turgescenz zwar die Pflanze vor dem Welken schützt, vor allem aber Wachstum und Umfangszunahme der lebenden Zellen selbt bedingt.[1]) — Das überzeugendste Beispiel dürften die Eizellen sein, die ganz gewiß nicht deshalb erhalten bleiben, und sich auf jeden neuen Organismus vererben, weil sie dem Organismus, in dem sie sich befinden, nützlich sind, sondern weil sie den Bedingungen so angepaßt sind, daß sie sich selber erhalten und entwickeln können.

Bei den einzelligen Individuen fällt natürlich Zellselektion und Auslese der Individuen zusammen; der Kampf der Zellelemente bleibt aber derselbe. Während die parasitischen Gregarinen durch Endosmose mittels der Oberfläche Nahrung aufnehmen, haben die frei lebenden Rhizopoden die den äußeren Bedingungen angepaßte Fähigkeit, daß jede Stelle in ihrem Protoplasma durch Einschließen und Ausziehen der Nahrungsstoffe als verdauende Cavität fungieren kann.[2]) Auch hier liegt kein Grund vor, anzunehmen, daß alle Zellenindividuen, deren Teile diese Fähigkeit nicht durchweg besaßen, zu Grunde gegangen seien; vielmehr werden im Einzelleben die kleinsten Prozeßeinheiten, welche jene Fähigkeit hatten, den andern die Nahrung entzogen und so sich ausgebreitet und vermehrt haben auf Kosten der andern, bis der einzelne Rhizopode nur noch aus solchen zur Verdauung geeigneten Mollekeln bestand.

Doch wir dürfen noch weiter gehen und annehmen, daß auch die Muskel- und Nerven-, die Drüsen- und Bindegewebszelle in erster Linie deshalb erhalten bleibt, weil sie selbst den Bedingungen in günstigster Weise angepaßt ist und erst in zweiter Linie, weil sie mithilft, den Organismus, zu dem sie gehört, anzupaßen und zu erhalten. Die sezernierende Drüsenzelle erhält sich, nicht weil das Sekret dem Körper nützt, sondern weil sie dem, die Sekretion auslösenden Reiz derartig angepaßt ist, daß dieser Reiz für sie trophische Wirkung hat. In der Phylogenie starben nicht die Individuen, deren Drüsenzellen dem konstant eintretenden Reiz gegenüber nicht sezernierten, sondern es starben die Zellelemente und Zellen, welche bei ihrer Reaktion auf den Reiz keine Ernährungsbedingung fanden. Die geringste zufällige Variation nach

---

[1]) Sachs, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 1882. S. 256.

[2]) Gegenbaur, Grundriß der vergleichenden Anatomie. II. Aufl. S. 88.

dieser Richtung hin mußte schnell zu völligem Sieg der Begünstigten führen. Im Kampf ums Dasein waren nicht nur die Tiere geschädigt, deren Retinazellen nicht auf Licht reagierten, sondern vor allem innerhalb der Retina waren die Zellen im Nachteil, welche durch ihr Verhalten zum Licht, weniger als andere Zellen im Stoffwechsel begünstigt wurden. Kurz, da die Zelle mit ihrer Funktion im allgemeinen den äußeren Bedingungen, zumal dem spezifischen Reiz, nicht nur zum Nutzen des Organismus, sondern auch zu ihrem eignen angepaßt ist, so darf die Anpassungslehre den Schluß ziehen, daß die um die Existenzbedingungen konkurrierenden organischen Einheiten nicht nur die Individuen, sondern auch die Zellen selbst sind, eine Annahme, die für die Kausalerklärung in der Naturwissenschaft noch viel zu leisten verspricht und gewichtige Einwände der Antidarwinisten hinwegräumt.

In vielen Fällen ist natürlich die höhere Einheit, das Organ oder der Organismus als Ganzes Gegenstand der Auslese gewesen; wir werden das überall da voraussetzen, wo die Zellmodifikationen dem Ganzen dienen, ohne ersichtlichen Nutzen für ihre eigene Erhaltung. So wird die Verholzung der Zellwand, welche der Wasserzuleitung in transpirierenden Landpflanzen dient, oder ihre Verkorkung, welche das Pflanzenorgan vor Verdunsten schützt oder die Einlagerung der die Assimilation besorgenden Chlorophyllkörner eher durch das Überleben der Individuen als durch den Kampf der Zellen im Einzelindividuum zu erklären sein. Eine scharfe Grenze zwischen dem einen und dem andern zu ziehen, ist natürlich unmöglich, da beides Hypothesen sind, und die Entscheidung von dem Wert abhängt, den man Hilfshypothesen wie der von der trophischen Wirkung des spezifischen Reizes u. a. beimißt.

Die Betrachtung der ontogenetischen und phylogenetischen Vorgänge in ihrem Prozeß und endgültigen Zustand hat wohl, so klein auch die Zahl der herausgegriffenen Beispiele, doch schon zur Genüge gezeigt, daß wir berechtigt sind, von einer Zellanpassung zu sprechen; da aber in letzter Linie alle Lebewesen von einfachen zellartigen Protoplasmaklümpchen abstammen, so dürfen wir auch alle die unendlich mannigfaltigen Zellmodifikationen schließlich auf Adaptionsvorgänge der einzelnen Zelle zurückführen.

Zugleich aber sahen wir, daß diese Anpassung nicht in einer gleichmäßigen qualitativen Änderung der ganzen Zelle bestand, sondern in einer Änderung der Verhältnisse zwischen ihren einzelnen Teilen. Neues schaffen kann die Anpassung auch hier nicht; aber

indem die einen Mollekeln sich ausbreiten, die Nahrung an sich reißen und überwuchern, die andern verkümmern und verschwinden, dadurch wird die Zelle als Ganzes doch schließlich etwas neues; die Kontinuität ist nur erhalten durch das nie unterbrochene Fortbestehen der Funktionsfähigkeit. Würde diese Funktionsfortdauer nicht existieren, mithin der Tod bei der Anderung der äußeren Bedingung eintreten, so würde sich der Prozeß in nichts von den gewöhnlichen physikalisch-chemischen Vorgängen der anorganischen Körper unterscheiden; es wäre der Ablauf einer Kausalreihe, die von keinem andern Gesichtspunkt betrachtbar wäre. Dadurch aber, daß die Funktionen fortbestehen, der von uns supponierte Zweck der Selbsterhaltung also erfüllt wird, dadurch hebt sich diese Kausalreihe charakteristisch von den andern ab.

Der Unterschied kann nun aber nicht in den Gesetzen der Erscheinungsfolge liegen; die Kausalität ist für die lebende Welt nicht anders als für die unbelebte gültig. Die Verschiedenheit muß mithin im Bau des lebenden Körpers, im Bau der Zelle liegen gegenüber der Struktur der Anorganismen. Im Bau der Zelle ist es also begründet, daß die Prozesse, welche durch die Einflüsse der äußeren Bedingungen nach physikalisch-chemischen Gesetzen in ihrem Innern hervorgerufen werden, dennoch ihre Grundfunktion in breiter Grenze nicht beeinträchtigen, daß die Zelle also erhalten bleibt, indem sie sich anpaßt, während der anorganische Körper verletzt, zerstört bleibt.

Die notwendige Voraussetzung dazu ist offenbar die, daß die kleinsten Teile der Zelle in Korrelation stehen, so daß, während die Teile eines Steines, eines Metallstückes voneinander unabhängig sind, bei der Zelle die Veränderung einer Partikel die der anderen hervorruft, die dem Zellleben schädlichen Prozesse der einen durch nützliche der anderen kompensiert werden, kurz durch gegenseitige Abhängigkeit der Teile eine Selbstregulation des Ganzen eintreten kann, die wir eben Anpassung nennen.

So spitzt sich denn die ganze Frage nach dem letzten Grunde der Anpassung dahin zu: wodurch entstand bei den lebenden Wesen, bei den Zellen, bei dem allerersten Organismus diese Korrelation der Teile?

Aber auch diese Frage ist nicht korrekt. Nie hat ein lebendes Wesen als solches die Eigenschaft zuerworben, daß seine Teile voneinander abhängig sind, sondern dadurch, daß seine Teile in Korrelation stehen, ist es eben lebendig; mit anderen Worten,

wir Menschen nennen dasjenige organisch, dessen Teile in vollständiger Korrelation stehen. Selbst in der vollendetsten Maschine ist die Korrelation der Teile nur soweit möglich, daß die Selbstregulation bei den paar Einflüssen eintritt, die der Maschinenbauer vorher in Betracht gezogen. Der erste Körper dagegen, dessen Teile so vollständig in Beziehung standen, daß trotz der Prozesse, welche von den äußeren Einflüssen hervorgerufen wurden, die Wechselbeziehungen der Teile erhalten blieben: das war der erste Organismus.

Wie, wann und wo dieses erste Lebewesen entstanden, ist bekanntlich eine strittige Frage; für denjenigen, der sich der Hypothese zuneigt, daß alles Unorganische sekundäre Ausscheidung aus primär Organischem, liegt diese Frage völlig außer dem Bereich der Naturwissenschaft und fällt ins Gebiet der Metaphysik. Die Anpassungslehre an sich bedarf überhaupt keiner wirklichen Erklärung der Urzeugung; in der unbestreitbaren Thatsache, daß irgendwo und irgendwann ein Körper entstand, dessen verschiedene Teile in Korrelation standen, hat sie den festen Punkt, auf welchen sie ihre Ausführungen beziehen kann.

War erst einmal ein solcher Körper in der Welt gegeben, so mußten, wenn gewisse Teile desselben durch äußere Reize verändert wurden, die anderen eine ausgleichende Veränderung erfahren und somit trotz jener Prozesse, die wir uns durch das Bild eines Kampfes der Mollekeln näher rückten, dennoch die gegenseitige Abhängigkeit seiner Teile und dadurch das Ganze erhalten bleiben, d. h. aus der Korrelation der Teile folgte die Selbstregulation, die Selbsterhaltung, die Anpassung. Wäre für jenen ersten Körper eine gewisse Grenze der Veränderung durch äußere Einflüsse überschritten, so wären die einen Teile nicht im stande gewesen, die Verletzungen der andern zu kompensieren, die Beziehungen wären zerstört worden, er wäre gestorben. Ob solche vielleicht zahllos gestorben sind, wissen wir nicht; wir wissen nur, daß jedenfalls irgend einmal ein solcher Körper die Einflüsse überlebte, bis er sich fortgepflanzt; sonst hätte es keine organische Entwickelung gegeben. —

Thatsächlich muß sich nämlich noch eine andere Bedingung erfüllt haben; die Stoffmasse, welche der Körper durch Diosmose und Affinität aufnahm, muß größer gewesen sein als die, welche sich abnutzte; er muß deshalb gewachsen sein und schließlich in Teile zerfallen sein. Falls Teile darunter waren, welche nicht die

Fähigkeit des Ganzen, die Fähigkeit der Selbstregulation besaßen, so mußten dieselben natürlich zu Grunde gehen; diejenigen Teile dagegen, deren Prozeßeinheiten wieder in Korrelation waren, werden sich durch Anpassung wieder erhalten haben. Da diese Teile nun aus solchen Mollekeln bestanden, die zur gegenseitigen Kompensation befähigter waren, so werden sie bei späterem Wachstum und Zerfall nun ihrerseits schon einen größeren Prozentsatz lebensfähiger Teile geliefert haben, und so werden schließlich vielleicht nach Millionen Jahren nur solche anpassungsfähige Wesen sich erhalten haben, deren spätere Teile auch Anpassungsfähigkeit besaßen. Die starke Vermehrung wird zu großer Verteilung geführt haben, dadurch werden die Bedingungen sehr variiert worden sein und spezifische Anpassungen werden sich gebildet haben; zugleich werden die korrelaten Teile selbst sich in Unterteile differenziert haben, die nicht minder wechselseitig abhängig waren, bis schließlich die ganze Fülle der Lebewesen entstand. Aber auch in der höchsten Komplizierung ist das Wesen des Lebens nichts anderes als jene Merkmale, die wir von jenem ersten Körper verlangten. — Betrachtet man nämlich den Vorgang in allgemeinster Formel, so ist das Leben „eine fortwährende Anpassung innerer Relationen an äußere“[1]; faßt man das geschilderte Resultat dieses Vorganges ins Auge, so ist das Leben eine fortdauernde Selbstregulation, und nur wenn man den Anpassungsprozeß in seine Teile zerlegt, so besteht das Leben in Assimilation, Bewegung und Empfindung.

Meist wird diesen Merkmalen noch ein weiteres zugefügt; zur Selbstregulation wird die Überkompensation gesetzt, oder, was offenbar dasselbe, zu Assimilation, Bewegung und Empfindung kommt noch die Fortpflanzung. Thatsächlich geschieht dieses doch wohl kaum mit Recht. Die Überkompensation, die Fortpflanzung ist eine Folge gewisser, bei den komplizierteren Formen kaum mehr verfolgbarer, äußerer Bedingungen, liegt aber nicht im Wesen des Organischen begründet. Wäre diese äußere Bedingung nicht seit Millionen Jahren immer wieder erfüllt gewesen, so würde es natürlich längst keine Organismen mehr geben; der erste, sich selbst regulierende Körper war aber schon ein Organismus, gleichviel ob sich für ihn zufällig die äußeren Bedingungen erfüllten, durch welche er sich fortpflanzen und somit Ausgangspunkt der organischen Welt werden konnte, oder ob er schon nach einer Stunde spurlos, durch

---

[1]) Spencer, Prinzipien der Biologie (übersetzt von Vetter). Bd. I, S. 86.

einen Einfluß, dem er sich nicht anpassen konnte, zu Grunde ging. Für unser persönliches Dasein war es notwendig, daß immer in der Welt sich die Bedingungen zur Fortpflanzung erfüllten; zum Wesen des Lebens gehört es streng genommen nicht.

Scheiden wir aber die Fortpflanzung aus, so ist das Leben nichts als Selbstregulation, als natürliche Anpassung. Zweifellos waren in der Phylogenie unsere Protisten, d. h. die Geschöpfe, welche wir dem von vielzelligen Wesen hergenommenen Zellbegriff unterordnen können, nicht die ersten anpassungsfähigen Wesen; noch kleinere Geschöpfe — Nägeli nennt sie Probien — werden vorausgegangen sein. Wohl aber sind die einzelligen Wesen und die einzelnen Zellen die kleinsten Körper, an denen wir die Anpassungserscheinung wirklich verfolgen können; und so mußte der Überblick über die Möglichkeit einer empirischen Anwendung der Anpassungslehre mit den Anpassungserscheinungen der Zelle beginnen, um in der einfachsten Form den Typus für die komplizierteren Vorgänge der differenzierteren Formen zu finden.

B. Wechselseitige Anpassung der Zellen im Gewebe.

Bei allen organischen Einheiten hebt sich als ein besonders wichtiger Fall der Anpassung an äußere Bedingungen der ab, bei welchem diese Bedingung in dem Vorhandensein anderer gleichwertiger organischer Einheiten besteht, die ihrerseits sich ebenfalls adaptieren, so daß als Resultat eine wechselseitige Anpassung innerhalb der höheren Einheit erfolgt. Bei der Zelle weist dieser Fall allerdings wenig Charakteristisches auf. Wo gleichartige Zellen sich aneinander innerhalb eines Gewebes anpassen, d. h. jede Zelle für sich die Gestalt etc. annimmt, welche für ihre Selbsterhaltung am günstigsten ist, da weichen sie verhältnismäßig doch nur wenig von der Gestalt ab, welche sie in völlig freiem Zustand ohne Konkurrenz der Nachbarn annehmen würden. So lange die Voraussetzung der Gleichartigkeit erfüllt ist, keine der Zellen also durch ihre Eigenschaften den äußeren Bedingungen gegenüber im Vorteil über die andere ist, so kann der Kampf nur ein Kampf um den Raum sein, d. h. nur die Gestalt kann durch die wechselseitige Anpassung beeinflußt werden. Von einer gegenseitigen räumlichen Hinderung kann aber natürlich nur da die Rede sein, wo die lebenden Zellen sich berühren. Es ist bekannt, daß bei vielen Geweben das nicht zutrifft, sei es, daß wie in Blut und Lymphe eine flüssige

Zwischensubstanz den Zellen freien Raum läßt, sei es, daß die Ausscheidungen eine anorganische Intercellularsubstanz bilden, die der räumlichen Zellentwickelung wenigstens insoweit Freiheit läßt, als sie den Raum nicht selbst beansprucht. Andererseits wird von räumlicher Anpassung der einzelnen Zellen aneinander auch im Falle der Berührung nicht zu sprechen sein, wenn die Scheidewände resorbiert, das Protoplasma also ein zusammenhängendes Ganze bildet, wie es bei den pflanzlichen Getäßgeweben und den tierischen Nervenfasern und Haargefäßen stattfindet.

Die Bedingungen zu wirklicher räumlicher Anpassuug verwirklichen sich daher nur in den Parenchym- und Prosenchymgeweben der Pflanze, sowie vor allem in den Epithelien, Endothelien, Drüsengeweben und Muskeln des Tieres. Hier finden sich denn auch zunächst die verschiedenartigsten Mittel gegenseitiger Befestigung, wie Vorsprünge, Stacheln und Riffe; gewissermaßen ließe sich unter diesem Gesichtspunkt auch die Intercellularsubstanz der Bindegewebszellen betrachten.

Die wichtigere räumliche Anpassung bezieht sich auf die Form und da sehen wir diejenigen Verhältnisse verwirklicht, welche sich bei einfachster theoretischer Betrachtung von vornherein als wahrscheinlich ergeben. Ist das Wachstum nach allen Seiten gleichmäßig, so resultiert die übliche polygonale, abgeplattete Form, wie z. B. in den Endothelien, aber auch in der embryonalen Zellenmasse, die durch wiederholte Teilung aus dem Ei entsteht. Überwiegt das Wachstum nach einer Seite oder treten Einlagerungen auf, so bilden sich die mannigfaltigsten Formen cylindrischer oder birnenförmiger Zellen. Die Epithelschichten etc. pflegen eine ganze Reihe solcher durch Druck- und Wachstumsverschiedenheiten hervorgerufenen Anpassungsformen nebeneinander vereinigt zu zeigen.

Völlig hiervon zu trennen sind diejenigen wechselseitigen Zellbeeinflussungen, welche dann entstehen, wenn die Zellen des Gewebes nicht gleichartig sind, die einen mithin einer äußeren Bedingung gegenüber sich besser erhalten können als die andern, so daß eine Auslese der Zellen erfolgt. Da ist das Resultat dann eine Anpassung des Gewebes und unter diesem Gesichtspunkt werden diese Vorgänge zu betrachten sein. Daß natürlich das eine in der Natur mit dem andern eng verbunden, daß kein Gewebe sich anpaßt, ohne daß seine Zellen sich ihrereits wechselseitig anpassen, daß die Trennung mithin nur Abstraktion zum Zweck der Übersichtlichkeit: das bedarf nicht erst besonderer Begründung.

---

2. Anpassung der Gewebe.

A. Anpassung der Gewebe an konstante Bedingungen.

Während die Thatsachen der Zellanpassung sich erst aus Spekulation auf Grund mikroskopischer Beobachtungen ergaben, bilden die zweckmäßigen Gestaltungen der Gewebe einen erheblichen Teil der seit ältester Zeit beachteten morphologischen Zweckmäßigkeit. Neu ist dagegen die genetische Betrachtungsweise, mit welcher wir heute die uns vorliegende Anpassung der Gewebe lediglich als Resultat eines stammesgeschichtlichen Prozesses ansehen, eine Hypothese, die sich nicht am wenigsten darauf stützen darf, daß solche Vorgänge zweckmäßiger Gewebsmodifikation häufig unserer direkten Beobachtung zugänglich sind. Wir betrachten daher zunächst den:

a. Prozeß der Gewebsanpassung.

Wie bei der Zelle, so wird auch hier die Adaption an abnorme, gewissermaßen pathologische Einflüsse, für das Verständnis des Vorgangs wichtiger sein als die Anpassung an normal periodisch wiederkehrende Bedingungen; nur im ersten Falle ist uns der ganze Prozeß zugänglich, im anderen Falle müssen wir einen phylogenetischen Auslesevorgang voraussetzen.

Theoretisch wird die Anpassungslehre von vornherein folgendes behaupten dürfen. Wenn ein Gewebe unter eine neue äußere Bedingung gebracht wird, die auf den Stoffwechsel der verschiedenen Zellen verschieden wirkt, so werden diejenigen Teile, für welche der äußere Einfluß günstig ist, überleben, wachsen, sich fortpflanzen und schießlich die Oberhand gewinnen, diejenigen Teile aber, für deren Erhaltung die Bedingung ungünstig ist, werden verkümmern und untergehen. Das Resultat ist mithin eine Umwandlung in dem Sinne, daß alle Gewebsteile schließlich beim Fortbestehen der äußeren Bedingung im Stoffwechsel befördert werden, sich also selbst erhalten können. Da wir aber diese Erhaltung als Zweck des Gewebes betrachten, so ist der Prozeß eine zweckmäßige Anpassung an die neue konstante Bedingung. Selbstverständlich wird diese Selektion der meistbegünstigten Zellen begleitet sein von der vorher besprochenen Auslese der Zellelemente.

Soweit die vorausgesetzten Prämissen nur in der Natur wirklich gegeben sind, ist der theoretisch abgeleitete Vorgang, daß die mehr

begünstigten Zellen überleben u. s. w., logisch zwingend; anders kann es nicht sein. Das schließliche Resultat ist aber durchaus nicht zwingend. Die Zellselektion kann für die Erhaltung des Gewebes als Ganzes zweckmässig sein, sie kann aber auch die Korrelation der Teile aufheben, die an den wechselseitigen Zusammenhang der Teile geknüpfte Gesamtfunktion des Gewebes dadurch zerstören und schließlich, infolge der Wechselwirkung der Gewebesysteme, sei es indirekt durch den Tod des Organismus, sei es ganz direkt die Erhaltung des Gewebes gefährden. Selbstverständlich wird dieser Fall immer eintreten, wenn jene äußere Bedingung für alle Zellen oder die bedeutende Mehrheit ungünstig ist; der Tod des Gewebes muß dann die unausbleibliche Folge sein.

Diesen Betrachtungen entsprechen nun völlig die realen Erscheinungen. Überraschend ist nur das theoretisch nicht abschätzbare Verhältnis zwischen denjenigen Fällen von Gewebsmodifikationen, welche zur Anpassung führen, und denen, welche mit dem Absterben enden. Die Ersten überwiegen bedeutend; nur die Voraussetzung einer vollständigen Korrelation der Elemente beim Eintritt der neuen Bedingungen kann es begreiflich machen, daß trotz so bedeutender Veränderungen das Gewebe als Ganzes fortlebt.

Tiefgreifende Verwundungen, bei denen die Mehrheit der Zellen zerstört wird, kann allerdings kein Gewebe überleben; ein zerfetztes Gewebe kann sich keinem Bedingungscomplex gegenüber selbst erhalten. Wie weit aber gerade hier die Heilkraft des Organismus geht, ist bekannt. So kann, während bei Moosen das verwundete Blatt an der Schnittfläche ganz gleichartige Zellen regeneriert, bei komplizierter gebauten Pflanzen die schützende Vernarbung durch Kork oder durch Callus eintreten. [1]) Bei der Verkorkung vertrocknet die oberflächliche Schicht der durch die Verletzung selbst getroffenen Zellen, die zunächst liegenden Zellen aber teilen sich durch Scheidewände, welche der Schnittfläche parallel stehen, die Membranen dieser nach außen gelegenen Zellen verkorken und vertauschen schließlich ihr Protoplasma mit Luft. Die Anpassung des Gewebes wird hier allerdings hauptsächlich durch die Adaption der einzelnen Zellen ermöglicht. Bei der Callusbildung aber wachsen die unter der Wunde gelegenen, durch die räumliche Freiheit begünstigten Zellen meistens unter starker Teilung hervor, bis die entblößten inneren Teile bedeckt sind.

---

[1]) Frank, Pflanzenkrankheiten. S. 381 ff.

Bekanntlich ist es ähnlich im tierischen Organismus, und selbst, wo menschliche Kunst die Heilung der Verwundung befördert, muß das Gewebe durch seine Anpassungsfähigkeit sich selbst erhalten; der Arzt kann nur künstlich gewisse interimistische Bedingungen schaffen, an welche das Gewebe sich leichter anpassen kann als an die natürlichen, z. B. an die spaltpilzreiche Atmosphäre. In allen solchen Fällen soll natürlich der Schnitt, die Verwundung nicht etwa die neue konstante Bedingung sein, an welche sich das Gewebe adaptiert; dann müßte ja die Verwundung noch nach der Heilung konstant fortdauern. Die Bedingungen sind vielmehr in diesen Fällen dieselben geblieben, geändert hat sich nur das Gewebe; aus dem zusammenhängenden ist ein verwundetes geworden, und, während das Gesunde der Umgebung angepaßt war, muß sich das verletzte erst neu anpassen.

Nahe verwandt hiermit sind aber Fälle, wo das Gewebe wirklich unter neue Bedingungen kommt. So paßt sich ein Gewebe ohne Abceßbildung einem eingedrungenen fremden Körper an, indem es ihn durch Bindegewebswucherung einkapselt.[1]) Anders gestaltet sich der zweckmäßige Vorgang, wenn der eingedrungene Körper dem Gewebe Nahrstoff entzieht oder gar noch giftige Absonderungsprodukte liefert. Findet z. B. ein Spaltpilz dort den Nährboden zu seiner rapiden Vermehrung, so vernichtet er die nächsten Gewebsbestandteile, die angrenzenden Teile aber entzünden sich, d. h. sie häufen zahllose zellige Elemente, die den abnormen Umsetzungsprozessen im Pilzherde das Material entziehen und schließlich die Pilze töten, so daß das Gewebe erhalten bleibt.[2])

Um das Wesen der natürlichen Anpassung scharf hervortreten zu lassen, sei gelegentlich des letzten Beispieles an ein charakteristisches Pendant künstlicher Anpassung erinnert. Jäger schlägt vor, durch kräftige Leibesübung, römische Bäder etc. den Wassergehalt des Körpers zu vermindern und das spezifische Gewicht der Gewebe zu vermehren, um sie so den Infektionskeimen gegenüber immun zu machen, da bei einer gewissen Konzentration der Nährstoffe zuerst die Gärthätigkeit, dann die Lebensfähigkeit des Pilzes ihr Ende erreicht.[3]) Der Zweck ist hier wie dort die Erhaltung des Gewebes durch Entziehung der Nahrung für die Schizomyceten; im ersteren Falle aber sind die Pilze selbst die Ursache für die Veränderung.

---

[1]) Kühne, Bedeutung des Anpassungsgesetzes für die Therapie. 1878. S. 13.
[2]) Ackermann, Mechanismus und Darwinismus in der Pathologie. 1884. S. 7.
[3]) Jäger, Seuchenfestigkeit und Konstitutionskraft. 1878. S. 61.

sie sind die konstante Bedingung, die Anpassung ist eine natürliche; im andern Falle ist die freie Willenshandlung Ursache jener auf Schutz abzielenden Vorgänge, die Anpassung ist nur eine künstliche.

Prozesse natürlicher Anpassung an abnorme Bedingungen verfolgen wir in anderer Art, wenn z. B. die durch Prolapsus vorgestülpte Schleimhaut, die anfangs äußerst empfindlich und entzündbar, sich mit dicker trockner Oberhaut bedeckt.[1] Umgekehrt ist es bekannt, daß Pflanzen, die im Freien nur mit dicker Rinde zum Schutz gegen das rauhe Klima wachsen, in den Warmhäusern die Rinde viel langsamer und unvollkommener entwickeln. — Beispiele von Gewebsanpassungen sind auch jene Wucherungen, welche häufigem Reiz ihren Ursprung verdanken und durch ihr Auftreten das Gewebe vor dem immer aufs neue wiederkehrenden Reize schützen; dahin gehören die Schwielen, die durch Druck, Reibung, Berührung heißer Gegenstände oder ätzender Flüssigkeiten entstehen.[2] Eine noch interessantere Wirkung übt der Reiz durch seine häufige Wiederkehr da aus, wo er die Funktion des Gewebes auslöst; das Gewebe erhält sich hier nicht dadurch, daß es sich vor dem Reiz abschließt, sondern dadurch, daß es die funktionsleistenden Zellen vermehrt und stärkt, eine Veränderung, die nur durch die Annahme erklärbar wird, daß der spezifische Reiz eine günstige Stoffwechselbedingung für das Gewebe ist, eine Annahme, welche der Hypothese über die trophische Wirkung des Reizes auf die Zelle parallel geht. Diejenigen Zellen im Gewebe, welche zufällig durch den Reiz ernährt wurden, siegten über die andern. Die normal sich bildenden Funktionsgewebe sind demnach das Resultat stammesgeschichtlicher Zellenselektion, von der darwinistischen Auslese der Individuen natürlich unterstützt. Tritt nun eine häufigere Wiederholung des nährenden Reizes ein, z. B. das Melken der Euter, die Spermaejakulation der Hoden, die Kontraktion den Muskelfasern u. s. w., so wachsen und vermehren sich die leistenden Zellen, und das Resultat ist jene Erscheinung, die, als Einfluß der Übung allbekannt, nichts ist als eine Anpassung an den Reiz. Enthielt das Gewebe bei dem ersten funktionsauslösenden Reiz teils funktionierende Zellen, welche durch den Reiz im Stoffwechsel gefördert wurden, teils wenig oder nichts mitleistende, durch den Reiz daher wenig

---

[1] Spencer, Biologie. Bd. II, S. 335.

[2] Dubois-Reymond, Über die Übung. 1881. S. 15.

oder gar nicht geförderte Zellen, so wird nach häufiger Wiederholung das Gewebe nur Funktionselemente besitzen, welche durch den Reiz gekräftigt werden; das Gewebe wird also die der relativ konstanten Bedingung gegenüber relativ günstigste Modifikation erlangt haben.

Bei der Betrachtung des Anpassungszustandes wird es sich ergeben, daß wir aus diesem Gesichtspunkt auch den normalen Bau der Knochenspongiosa deuten müssen; hier sei nur auf den Prozeß hingewiesen, den diese Knochenbälkchen am einzelnen Individuum unter pathologischen Bedingungen durchmachen. Bei schief geheilten Knochenbrüchen nimmt die schwammige Knochensubstanz durchweg allmählich solche Gestalt an, daß ihre Bälkchen den neuen Zug- und Druckrichtungen entsprechen, den abnormen statischen Verhältnissen also angepaßt sind; als Erklärung liegt es nahe, auch hier anzunehmen, daß der Reiz des Druckes fördernd wirkte, und daher nur in den Kurven größten Druckes Gewebe sich entwickelten, während das zwischenliegende, weniger gedrückte und daher weniger ernährte, langsam verkümmern mußte.

Anpassung von Geweben an äußere Bedingungen ist also möglich; eben deshalb werden wir berechtigt sein, bei jeder uns vorliegenden zweckmäßigen Gewebsgestaltung die Frage zu erheben, ob dieselbe fertig geschaffen oder ob sie nicht vielmehr auch nur das Resultat eines Prozesses ist, der durch unmeßbare Zeiten auseinandergezogen, in letzter Linie doch jenen glich, die wir direkt zu verfolgen im stande waren.

b. Zustand der Gewebsanpassung.

Einen Zustand vollständiger Gewebsanpassung werden wir dort konstatieren, wo ein Zellkomplex den äußeren — nicht nur den außerhalb des Organismus befindlichen — Bedingungen gegenüber die für seine Selbsterhaltung günstigste Beschaffenheit zeigt; als Probe dafür, daß das Verhältnis von Bedingung und Gewebsmodifikation ein ursächliches und kein zufälliges sei, wird allerdings noch die Feststellung erübrigen, daß ein tiefgreifender Wechsel der Bedingungen mit einer Änderung, resp. dem Tode des Gewebes verbunden, und daß eine künstliche Herstellung genau derselben Bedingungen für die Selbsterhaltung des Gewebes ausreicht. Selbstverständlich wird die letztere Probe in den meisten Fällen unmöglich sein; dennoch sind, von allen experimentellen Unter-

suchungen abgesehn, eine Fülle praktischer Erfahrungen nach dieser Richtung längst erworben.

Das Propfen der Gärtner, das Transplantieren von Epidermisteilen u. s. w. in der Chirurgie sind bekannte Beispiele. Selbst jenes Zellgewebe mit flüssiger Zwischensubstanz, das Blut, wird bekanntlich mit sicherem Erfolg aus den Arterien eines Tieres in die eines andern derselben Art geleitet; da andererseits die Blutkörperchen zu Grunde gehen, wenn das Blut in die Gefäße eines ganz anders artigen Geschöpfes geführt wird, so ist ersichtlich, daß die speziellen Bedingungen nicht zufällige, sondern notwendige sind; der Zusammenhang ist also ein ursächlicher.

Wenn wir nun ein Gewebe finden, das innerhalb einer Pflanzen- oder Tierart bei jedem Individuum gleichmäßig im Zustand vollständiger Anpassung wiederkehrt, so wird die Frage nach seinem genetischen Kausalzusammenhang, in anbetracht des besprochenen ontogenetischen Prozesses, zunächst zu der Antwort führen, daß in jedem einzelnen Individuum das Gewebe den Adaptionsprozeß mittelst Zellselektion durchgemacht habe und daß durch Vererbung bei jeder neuen Generation die Disposition dazu vergrößert, der Prozeß daher beschleunigt worden sei, der Zustand schließlich angeboren wurde.

Diese Betrachtung weist aber über sich selbst hinaus, denn die Erhaltung eines Gewebes ist nicht nur dadurch bedingt, daß es sich selbst erhält, sondern auch dadurch, daß der Organismus erhalten bleibt, dem es angehört. Da nun, je vollkommener die Adaption eines zusammenwirkenden Zellkomplexes an die Bedingungen ist, desto näher seine dem Organismus dienende Funktion ihrem Maximum sein wird, so muß die auf Selbsterhaltung des Gewebes gerichtete Gewebsmodifikation zugleich der Erhaltung des Individuums größere Chance bieten; der Prozeß, durch welchen die individuelle histologische Differenzierung zu einem bleibenden vererbten Anpassungsmerkmal führt, wird also durch das Überleben der durch die Gewebsänderung begünstigten Geschöpfe erheblich beschleunigt werden, zumal sobald die Anpassung eine gewisse Grenze überschritten hat; unter einer gewissen Minimalgrenze kann nämlich offenbar die Differenzierung nur dem Gewebe selbst, noch nicht aber dem Individuum zu gute kommen.

Zu diesen zwei ineinandergreifenden Faktoren kommt als weitere Komplikation die Möglichkeit, daß ein Gewebe sich erhält, weil es dem Individuum, gegenüber gewissen Einflüssen, von nutzen

ist, ihm also den langsamen Sieg im Kampf ums Dasein verschafft, die Entstehung dieser vorteilhaften Abänderung aber nicht ursächlich auf die betreffenden Einflüsse zurückgeführt werden kann, sondern sozusagen zufällig war. Es wäre dieses eine Gewebszüchtung durch Kampf der Individuen ohne Kampf der Zellen, ein Vorgang, der in jedem Fall dadurch beschränkt wird, daß natürlich diese Individuenauslese nichts züchten kann, das nicht wieder in sich die Möglichkeit der Selbsterhaltung trüge. Auch hier kann nun wieder, wenn die zufällig aufgetretene, durch Selektion kumulierte Eigenschaft eine gewisse Bedeutung erlangt hat, der direkte Gewebsanpassungsprozeß helfend eingreifen.

Es ergeben sich somit für das Zustandekommen einer vollkommenen bleibenden histologischen Anpassung eine Fülle von Möglichkeiten, deren beide Extreme die sind, daß ein Zustand sich in jedem Individuum von neuem durch den Einfluß der äußeren Bedingungen mittelst Gewebsadaption entwickelt hat, oder daß eine zufällig auftretende nützliche Eigentümlichkeit durch Überleben der meistbegünstigten Individuen und stete Vererbung sich gehäuft habe.

Schon die theoretische Betrachtung macht es wahrscheinlich, daß die Vorgänge in der Natur weder durch die eine, noch durch die andere einseitige Hypothese schablonenhaft sich erklären lassen, daß die Wahrheit vielmehr in der Mitte liegt. Beide Faktoren werden, sich gegenseitig fördernd, überall ineinander greifen, bald wird das eine, bald das andere vorwiegen, im allgemeinen aber die nachherige Trennung willkürlich bleiben müssen.

Wenn daher so häufig die Darwinisten behaupten, eine Gewebsanpassung sei ausschließlich Resultat einer Selektion der Organismen, und die Gegner dann den Darwinismus durch den Nachweis zu entkräften glauben, daß die Selektion nicht den ganzen Vorgang erklären kann, so ist der Streit nur eine, durch ihre Ausschließlichkeit einseitige, Betonung zweier verschiedener, gleichmäßig richtiger Lehren. Für jede der streitenden Anschauungen lassen sich natürlich Beispiele vorbringen, welche die Einseitigkeit der Betrachtung zu rechtfertigen scheinen.

Der heute allgemein anerkannte Sieg des Darwinismus in der ganzen Linie hat es bewirkt, daß die Fälle, in denen die Individualselektion das ausschlaggebende Moment ist, wesentlich bekannter sind und an sie sich meist die Betrachtung anschließt; gerade dieser volle Sieg sollte nun auch dem Darwinismus das Eingeständnis erleichtern, daß zur Wahrheit seine Lehre von der Gewebsan-

passung auf dem indirekten Wege der Organismenauslese auch noch des direkten Weges der unmittelbaren Gewebsadaption durch Selektion der Zellen und Zellelemente zur Ergänzung bedarf. — Selbstverständlich gilt alles dieses uneingeschränkt nicht weniger für die Anpassung ganzer Organe und Organapparate.

Um die bezüglichen Verhältnisse an Beispielen aus verschiedenen Gebieten klarzustellen, sei zuerst auf Gewebsmodifikationen hingewiesen, bei denen vorwiegend die direkte histologische Adaption beteiligt gewesen zu sein scheint. Wenn z. B. die Hufen der Pferde auf dem weichen Torfboden der Falklandsinsel auswachsen, auf hartem steinigen Boden aber so hart sind, daß sie keines Beschlags bedürfen, so erinnert es zu sehr an die besprochenen Schwielenbildungen etc. bei wiederholtem Reiz, als daß nicht die Annahme berechtigt wäre, auch hier sei die Abänderung nicht zufällig aufgetreten, bei diesem und jenem und durch Auslese gezüchtet, sondern bei jedem einzelnen Individuum sei die besondere Hufbildung durch die Bedingungen neu angeregt und verstärkt, bis sie schließlich erblich wurde. — Dasselbe gilt noch mehr von dem Bau der Knochenspongiosa. Da wir sahen, daß sich die zweckmäßige Bälkchenrichtung einem schief geheilten Knochenbruch anpaßt, so wird doch sicher zu vermuten sein, daß der Zustand vollständiger Anpassung im gesunden Knochen ebenfalls unmittelbar in jedem Individuum neu ausgelöste Wirkung des statischen Druckes und Zuges ist. Würde es sich um den Bau weniger Knochen handeln oder wäre durch eine etwas andere Lamellenordnung das Leben des Geschöpfes ernstlich gefährdet, so wäre es wenigstens denkbar, daß in unendlichen Zeiträumen eine Auslese der Individuen zu dem Resultat geführt habe. Thatsächlich ist aber der Vorteil, den das Fehlen der Masse in den am Tragen unbeteiligten Räumen bietet, so gering, daß er für die zufällige Abweichung etwa in einem einzelnen Knochen gleich Null zu setzen ist. Andererseits ist das Prinzip so durchgeführt, daß in jedem einzigen Skelettstück aus dem Verhältnis der Plättchenzüge auf die Richtung der Last und der Muskelansätze, aus Lücken auf das Fehlen direkten Druckes[1]) etc. geschlossen werden kann. Dem gegenüber verliert der Glaube, daß solch eine Struktur Resultat des Überlebens der zufällig Mehrbegünstigten sei, jeden festen Boden. — Ähnliches dürfte z. B. für das Flimmerepithel der Tiere gelten oder die Rinde

[1]) Krause, Allgemeine Anatomie. S. 66.

der Zweige; zeigte sich doch, daß letztere bei der einzelnen Pflanze sich dem Warmhaus anpaßte, die normale schützende Rinde wird also in erster Linie bei jedem Individuum wiederkehrende Anpassung an die äußere Bedingung sein.

Wir können noch weiter gehen. In jedem Tier ist das Drüsengewebe, Muskelgewebe etc. dem äußeren Bedingungskomplex angepaßt, d. h. den durch die äußeren Einflüsse angeregten Nervenreizen. Es wäre ja nun möglich, anzunehmen, daß diejenigen überlebten und ihre Eigenschaften vererbten, deren drüsige oder muskulöse Struktur zufällig den Bedürfnissen entsprach. Für eine andere Interpretation sprechen die bekannten Thatsachen, welche am einzelnen Geschöpf zu beobachten sind, wobei von Zuchtwahl der Individuen also keine Rede sein kann. Jeder Muskel atrophiert zum bindegewebigen Strang, wenn die Bewegungsnerven durchschnitten werden.[1]) Ebenso schwinden die Drüsenzellen, wenn die Nerven der Hoden oder Unterkieferdrüsen vernichtet werden, kurz die Gewebe sind an die Erhaltung des funktionellen Reizes geknüpft. Diesen durch zahllose Experimente bewiesenen Erscheinungen stehen die Vorgänge des normal physiologischen Lebens zur Seite. Die Thymus schwindet innerhalbder ersten Lebensjahre, die Genitalien der Frauen atrophieren zu einer Zeit, wo der übrige Körper noch auf der vollen Höhe der Kraft steht.[2]) Wenn somit jedes Individualleben den ursächlichen Zusammenhang zwischen den äußeren Bedingungen des Reizes und dem Drüsen-, Muskelgewebe u. s. w. nach der negativen Seite zweifellos aufweist, so wird die Vermutung gerechtfertigt sein, daß dieser Zusammenhang auch ein positiver ist, d. h. daß nicht nur mit dem schwindenden Reiz das Gewebe schwindet, sondern daß auch mit dem Eintreten und Wiederholen des Reizes das Gewebe sich bildet. Bei den komplizierteren Tierformen würde diese Gewebsneubildung im Einzelleben natürlich nur accessorischen Charakter neben dem Einfluß der Vererbung haben. Für die Phylogenie aber würde sie von ausschlaggebender Bedeutung. Diejenigen Gewebsteile, welche durch den Reiz im Stoffwechsel befördert wurden, gewannen innerhalb des Gewebes im einzelnen Organismus das Übergewicht, sie wuchsen und vermehrten sich und erhöhten damit für die kommende Generation die Disposition zur Bildung solchen Gewebes, und, indem so jede neue

---

[1]) Hermann, Handbuch der Physiologie. Bd. I, S. 138.

[2]) Cohnheim, Vorlesungen über Allg. Pathologie. II. Aufl. Bd. I, S. 586.

Generation diese Veränderung ihrer Gewebe als unmittelbare Folge der Reize erlebte, bildete sich schließlich ein erblicher Zustand vollständiger Anpassung, in hohem Grade unabhängig davon, ob jene histologische Veränderung dem Organismus als solchem wirklich nützlich war oder nicht.

Beide Hypothesen machen eine Voraussetzung, deren Berechtigung nicht unmittelbar zu beweisen ist. Die Hypothese, welche sich auf die unmittelbare Anpassung der Gewebe stützt, setzt voraus, daß gewisse Gewebselemente, Zellen oder Zellenteile, zufällig vorhanden waren, die durch einen spezifischen Reiz im Stoffwechsel befördert wurden. Die Hypothese, welche sich auf die natürliche Selektion die Individuen stützt, setzt dagegen voraus, daß sich bei manchen Geschöpfen zufällig die gegenüber den Reizen zweckmäßigen Gewebsmodifikationen ohne Einfluß der Reize gebildet haben, und zwar, wenngleich durch Zufall, so doch schon so entwickelt, daß sie dem Organismus als Ganzem schon von Wert waren. Von allen übrigen Momenten abgesehen, ist nun auch von diesen beiden Hilfshypothesen die erstere so viel wahrscheinlicher, daß sie die Entscheidung zu Gunsten der unmittelbaren Anpassungstheorie gegenüber der mittelbaren zu geben im stande sein dürfte, oder vielmehr zu Gunsten des Übergewichts der einen über die andere bei dem wechselseitigen Ineinandergreifen.

Ein Vorwiegen des zweiten Faktors werden wir überall da voraussetzen dürfen, wo das zufällige Auftreten einer Modifikation verhältnismäßig viel Chance für sich hat und wo zugleich ein geringer Anfang in gewisser Richtung doch schon nicht unerheblichen Nutzen zu schaffen vermag. Dahin dürfte z. B. die Verholzung, Verkorkung und Verschleimung des Pflanzengewebes gehören, zur Leitung des Wassers und zur Verhütung des Verdunstens; oder das Fettgewebe im Tierkörper, das Ungleichheiten ausfüllt, als weiches Polster die Bewegungen empfindlicher Organe, z. B. des Auges, erleichtert, als schlechter Wärmeleiter die Wärmeabgabe, z. B. an der Mamma verhindert und überdies als Nahrungsreservebehälter dient. Dahin gehören auch die Spaltöffnungen der Blätter, welche bei Landpflanzen auf der Unterseite sind, damit zwar die Gase absorbiert werden können, dem Austritt des Wasserdampfes aber ein Hindernis geboten werde, bei Pflanzen, deren Blätter auf dem Wasser flottieren, sich auf der oberen Seite befinden und bei Pflanzen, deren Blätter untertauchen, überhaupt fehlen.[1]) Ebenso

[1]) Spencer, Biologie. Bd. II, S. 262.

werden die mannigfaltigen Anpassungen in den Auswüchsen der pflanzlichen Epidermiszellen sich erklären lassen, die als Schuppen, Warzen, Blasen, Stacheln, Woll-, Stern-, Nesselhaare etc. sich modifizieren.[1])

Die Selektion der Individuen wird natürlich um so wirkungsvoller eingreifen, je entwickelter die Anpassung ist. — Oft wird die Adaption durch Zuchtwahl allerdings eine beschränkende Selbstregulation erfahren; je genauer ein für das Leben wichtiges Gewebe dem äußeren Bedingungskomplex angepaßt ist, desto größer ist die Gefahr, daß eine geringfügige Änderung das Leben schädige. Dieselbe natürliche Auslese, welche die Anpassung durch Häufung vervollkommnet, wird also bei einer gewissen Grenze die gar zu genaue Anpassung wieder beseitigen zu Gunsten einer unvollkommneren, welche ein Schwanken der Einflüsse in breiterem Zwischenraume gestattet. Als Normale würde dann eine Mittellage bleiben, welche nicht nur nicht a priori bestimmt werden kann, sondern thatsächlich auch jedem einzigen äußeren physikalisch-chemischen Agens gegenüber in den verschiedenen Geweben verschieden sein kann, ja selbst innerhalb desselben Gewebes variiert. So ist aus leicht ersichtlichen Gründen das periphere Nervengewebe in einem Anpassungszustand, welcher eine ungleich größere Temperaturschwankung erlaubt als das centrale, welches schon durch eine relativ sehr unbedeutende Wärmeveränderung seine Existenzfähigkeit in Frage gestellt sieht.[2])

Die wenigen berührten Fälle werden genügen als typische Beispiele für die mannigfaltigen Adaptionen zum Zweck der direkten oder indirekten Selbsterhaltung des Gewebes; nur einer zweckmäßigen Vorrichtung sei noch gedacht, die sich eigentlich aus dem Begriff der Gewebserhaltung von selbst ergiebt.

Unter Erhaltung eines Gewebes verstehen wir durchaus nicht, daß der an der bestimmten Stelle befindliche Zellkomplex fortdauernd identisch bleibe. Ein Fingernagel z. B. kann erhalten geblieben und dabei doch so beständig verkürzt sein, daß er heute auch nicht den geringsten Teil von dem vorjährigen Nagel enthält. Der Organismus mit seinen Geweben bleibt erhalten und wird alt, die Elemente aber, aus denen sich die Gewebe des greisen Organismus aufbauen, sind, bis auf wenige Ausnahmen, im ganzen jung.

---

[1]) Sachs, Pflanzenphysiologie. S. 149.

[2]) Kühne, Bedeutung des Anpassungsgesetzes für die Therapie. S. 67.

viel jünger als das Individuum. Von einem anatomischen Erhaltenbleiben kann also gar keine Rede sein; doch auch eine physiologische Kontinuität findet nicht statt, wenigstens keine Fordauer der Funktion, denn das Drüsen- oder Muskelgewebe etc. bleibt nach allgemeiner Auffassung erhalten, gleichviel ob es fortwährend sezerniert und sich kontrahiert oder nicht. Mit mehr Berechtigung wäre von einer Fortdauer der Funktionsfähigkeit zu sprechen. Während aber bei jedem Organ die einheitliche Funktion desselben scharf hervortritt, ist es für die Gewebe in zahlreichen Fällen kaum möglich, die einheitliche Leistung anzugeben, und geradezu unmöglich, die Funktionsfähigkeit des nicht fungierenden Gewebes festzustellen. Wenn wir trotzdem gewohnt sind, von dem Fortbestehen des Gewebes zu sprechen, so beruht es offenbar darauf, daß wir die Vorstellung des Erhaltenbleibens gar nicht mit einem objektiven Verhalten, sondern mit einer subjektiven Bestimmung verknüpfen, mit der Bestimmung der Zugehörigkeit zu unserem menschlichen Begriff von dem betreffenden Gewebe. Daß, wo die Funktion klar erkennbar, in diesem Begriff auch die Funktionsfähigkeit enthalten ist, versteht sich von selbst.

Wenn somit die Erhaltung des Gewebes unabhängig ist von der Konservierung seiner anatomischen Elemente, so wird nichts der Behauptung im Wege stehen, daß die Hauptvorrichtung zu dem Zweck der Selbsterhaltung im Reproduktionsvermögen der Zellen liegt. Ohne fortwährende Zellerneuerung bliebe fast kein Gewebe erhalten, da ein Zellenverbrauch mit dem Stoffwechsel und der Funktionierung verknüpft ist. Da aber diese, die Abnutzung der Zellen bedingenden Momente außerhalb des betreffenden Gewebes zu suchen sind, so scheint es wohl nicht unbegründet, die Fortpflanzungsfähigkeit der Zellen als Anpassung an jene äußeren Bedingungen aufzufassen. Näheres über die Art und Weise der Zellvermehrung liegt nicht im Rahmen dieser Betrachtung. Ob diese Fähigkeit phylogenetisch mehr dadurch entstanden ist, daß in jedem Individuum innerhalb jedes Gewebes die Zellen das Übergewicht erlangen mußten, welche sich zufällig fortpflanzen konnten oder ob nur die Organismen überlebten, deren Gewebe zufällig diese zweckmäßige Eigentümlichkeit besaßen, sei dahingestellt.

Und noch eine andere Frage sei berührt, ohne hier beantwortet zu werden. Nachdem einmal die konstituierenden Zellen des Organismus ein immanentes Reproduktionsvermögen ererbten, ist da vielleicht das Sterben der alten Zellen, der Zelltod im normalen

Leben, ebenfalls als eine physiologisch zweckmäßige Anpassung der Gewebe an die Lebensbedingungen von der Natur gezüchtet worden?

B. Wechselseitige Anpassung der Gewebe innerhalb eines Organs.

Unter den äußeren Bedingungen, welche die zweckmäßige Gestaltung eines Gewebes beeinflussen, wird, ebenso wie bei der Zelle, eine der häufigsten in dem Vorhandensein gleichwertiger organischer Einheiten innerhalb der nächst höheren Einheit bestehen. Dennoch liegt ein fundamentaler Unterschied zwischen der wechselseitigen Anpassung der Zellen im Gewebe und der wechselseitigen Gewebsanpassung im Organ. Die Zellen im Gewebe sind nicht nur gleichwertig, sondern auch gleichartig und, tritt eine für gewisse Bedingungen günstige Zellmodifikation auf, so sahen wir, daß sie durch Anpassung zur herrschenden im Gewebe wurde und schließlich das Ganze aus derartig modifizierten Zellen bestand. Anders im Organ. Die Gewebe eines Organs stehen auf gleicher Stufe, insofern jedes ein Komplex gleichartiger Zellen ist; die Gewebe sind aber durchaus nicht gleich, im Gegenteil gehört zum Begriff des Organs, daß es aus verschiedenartigen Geweben besteht. Während eine Vielheit von Drüsenzellen schon ein Drüsengewebe ist, bildet eine Vielheit von Drüsengeweben immer nur Drüsengewebe, nicht aber ein drüsiges Organ. Es resultiert daraus, daß der Kampf der Gewebe innerhalb des Organs im normalen Leben nie mit dem ausschließlichen Sieg eines Gewebes enden kann; tritt solches ein, so sind es krankhafte Prozesse, welche die Funktion des Organs aufheben und den Organismus schwer gefährden, wie z. B. bei syphilitischen Bindegewebswucherungen. Die wechelseitige Zellanpassung konnte sich mithin, da die Elemente gleich waren, also auch gleiche Bedürfnisse, Nahrung etc. hatten, lediglich auf den Raum beziehen; die Gewebsanpassung wird dagegen zu einem Zustand gegenseitiger innerer Abhängigkeit führen, zu einem Gleichgewichtszustand, der sich bezüglich der Funktion als Arbeitsteilung kundgiebt. Daß dieser harmonische Zustand der Gewebe wirklich ein Resultat eines Prozesses ist, ergiebt sich daraus, daß wir denselben unter gewissen Bedingungen direkt beobachten können.

a. Prozeß der wechselseitigen Gewebsanpassung.

Der Vorgang unterliegt unserer, auf die Ontogenese angewiesenen direkten Beobachtung wieder in zwei Formen; bei der Entstehung

und dem Wachstum der Organe und unter pathologischen Bedingungen. Offenbar können nur letztere wirklich die Ansicht begründen, daß es phylogenetisch einen ursprünglich direkten Anpassungsprozeß innerhalb des einzelnen Organs gab; die normalen Wachstumsverhältnisse enthalten diese Begründung nicht, da die betreffenden Vorgänge durch Vererbung, über deren Wesen wir nichts wissen, einfach wiederholt sein können, ohne uns über die Art und Weise ihrer phylogenetischen Vorgeschichte aufzuklären.

An einschlägigen Beobachtungen über solche Fälle pathologischer Verschiebungen des Gleichgewichts fehlt es nicht; stets zeigt sich, daß jedes Gewebe das Bestreben hat, sich zu erhalten und zu vergrößern, die Beschränkung also Anpassung an die fremden Gewebe ist, deren krankhafter Fortfall eine eigenmächtige Erweiterung des ersten hervorruft. So ist z. B. der Ausgang der produktiven Entzündung das Auftreten eines Defekts, in welchen gefäßhaltiges Bindegewebe hineinwächst[1]); oder eine im Alter erfolgende Schwächung des Bindegewebes läßt das Epithel überwuchern. Daß ein Gewebe, welches mit einem andern die Arbeit des Organs teilte, beim Schwinden jenes seinerseits die Leistung des andern übernimmt, ist durch die Verschiedenartigkeit und geringe Funktionserweiterung der Gewebe ziemlich unmöglich; ein Organ kann für das andere, der Arm für das Bein, das Ohr für das Auge eintreten, kaum aber ein Gewebe fürs andere; wie sollte das Gefäß in einem Organ die Leistung des Muskelgewebes oder umgekehrt verrichten? Interessante Ausnahmen werden wir bei der Organanpassung kennen lernen.

So verführerisch es wäre, in die Kategorie beobachtbaren wechselseitigen Anpassungsprozesses auch das individuelle Wachstum zu rechnen, so sehr ist zu beachten, daß die Erfahrungen der Embryologie dem strikte widersprechen. Die Nerven wachsen nicht in die Muskeln oder in die Haut, sondern bestimmte Zellen in der betreffenden Region des Embryo differenzieren sich zu Nerven.[2]) Ehe die Gefäße in der Anlage auftreten, ist ein System freier Lücken vorhanden, entstanden durch das Auseinanderweichen der Grenzblättergebilde, der Muskelplatte und des Achsenstranges.[3]) Und wenn auch das Bindegewebe in alle, nicht von spezifischen Geweben eingenommenen Regionen hineinwächst, so ist doch daran

[1]) Cohnheim, Allgemeine Pathologie. Bd. I, S. 336.

[2]) Cohnheim, a. a. O. S. 766.

[3]) His, Unsere Körperform. Briefe an einen Freund. 1874. S. 40.

festzuhalten, daß die gegenseitigen Gewebsgrenzen normaler Weise niemals durchbrochen werden. Der Embryo zeigt uns also einen nicht aus sich selbst erklärbaren Prozeß oder vielmehr der eigentliche Prozeß der Gleichgewichtsentstehung fällt in die phylogenetische Vergangenheit; das, was wir sehen, ist eine ererbte Zustandsreihenfolge, da selbst die mechanischen Prinzipien der Faltung u. s. w. auf ererbte spezifische Wachstumsfähigkeiten rekurrieren müssen. Der wirkliche Prozeß ist mithin nur hypothetisch zu erschließen, wie jeder andere Anpassungszustand.

b. Zustand der wechselseitigen Gewebsanpassung.

Das Gleichgewicht der Gewebe innerhalb des Organs kann dieselbe Doppelheit von Ursachen haben, die wir für die Gewebsanpassung an konstante Bedingungen erkannten. Der Gleichgewichtszustand kann sich in jedem Individuum durch die Konkurrenz der Gewebe gebildet haben und nur die Disposition sich so gesteigert, daß der Zustand ererbt wurde, ererbt allerdings in so labilem Geichgewicht, daß der geringste Anstoß von außen die Proportionen ändert. So mag die bis ins feinste durchgeführte gegenseitige Anpassung der Gefäßwände an die Form des freien Blutstromes entstanden sein. — Oder es überlebten die Geschöpfe, deren Organe durch das zufällige Gleichgewicht ihrer Teile funktionsfähiger oder anderweitig erhaltungsdienlicher waren als andere. So mag z. B. die Anpassung gezüchtet sein zwischen Fruchtfleisch und Stein, die sich beide aus dem parenchymatischen Grundgewebe der Steinfrüchte differenzieren; die Differenzierung war zur Erhaltung des Individuums wertvoll, weil die schmackhafte Frucht die Tiere zum Genuß verlockt und diese Tiere dann die hartschaligen Samenkörner zur Fortpflanzung an anderen Orten ausstreuen.[1])

Jedenfalls wird auch hier mit dem Ineinandergreifen beider Faktoren zu rechnen sein. Viele Beispiele für diesen Vorgang hier zu besprechen, dürfte nicht zweckmäßig sein, da alle diese Vorgänge wechselseitiger Gewebsanpassung innerhalb eines Organs ihre letzte Ursache in einer außerhalb des Organs gelegnen Bedingung haben, sich also natürlicher unter dem Gesichtspunkt der Organanpassung betrachten lassen, die uns nunmehr beschäftigen muß.

---

[1]) Sachs, Pflanzenphysiologie. S. 174.

3. Anpassung der Organe.

A. Anpassung an konstante Bedingungen.

Es ist schwierig, den Begriff des Organs in seiner Stellung zwischen Gewebe und Organapparat scharf abzugrenzen und noch schwieriger, die Definition bei der praktischen Anwendung streng durchzuführen. So war es kaum zu vermeiden, daß bei der Gewebsanpassung Vorgänge herbeigezogen wurden, welche eine Mehrheit von Geweben berührten, wie z. B. die Bindegewebswucherungen noch Gefäße enthalten. Das ist um so natürlicher, als in allen Organen eine einzige Gewebsform die Hauptfunktion des betreffenden Organs bestimmt und daher überwiegt, während die andern nur zu Neben- oder Hilfsfunktionen in Beziehung stehn.[1]) Andererseits ist nicht minder die Unterscheidung von Organ und Apparat besonders bei weniger komplizierten Tieren und Pflanzen häufig auf Willkür angewiesen; erst bei den höher differenzierten wird die Scheidung klarer.

Da wir aber die Grenzlinien überhaupt als künstliche erkannten, so würde ein etwaiger Übergriff die Richtigkeit der Darstellung kaum beinträchtigen, manche Wiederholung dagegen ersparen. Dies gilt für die Organe ganz besonders, weil in ihnen die gewöhnliche Betrachtung der Körperelemente die organischen Einheiten κατ' ἐξοχὴν zu sehen gewohnt ist, aus deren Zerlegung die Gewebe und Zellen, aus deren Zusammensetzung die Organsysteme und Organismen zu erhalten sind; durch diese übliche centrale Stellung muß das Organ bei der Betrachtung ein Übergewicht erlangen, so daß wir oft von einem Anpassungszustand der Organe sprechen, wo mit demselben Recht ein einzelnes Gewebe als adaptiert hätte berücksichtigt werden können oder wo mit dem Organ die kompliziertere Funktion des Systems verändert wurde.

Wieder wird sich, ehe wir den Anpassungszustand diskutieren, die Frage erheben, ob irgendwelche Thatsachen direkten Adaptionsprozesses unserer Beobachtung zugänglich sind.

a. Prozeß der Organanpassung an konstante Bedingung.

Da auch hier an der Spitze der Untersuchung zwingender Weise die Überzeugung stehen muß, daß die Anpassung als solche

---

[1]) Wundt, Physiologie. S. 23.

unmöglich etwas qualitativ Neues schaffen kann, so sind wir auch bei den Organen theoretisch auf die Verschiebung der Verhältnisse zwischen den schon vorhandnen Geweben und Gewebselementen angewiesen, wenn wir die Veränderungen unter abnormen Bedingungen erklären wollen. Es wird wieder dasjenige Gewebe u. s. w. sich ausbreiten, dessen Stoffwechsel und Wachstum durch die äußeren Einflüsse befördert wird oder es verkümmern diejenigen, welche benachteiligt werden.

Wenn z. B. Tauben längere Zeit mit Fleisch gefüttert werden, so verwandelt sich der harthäutige Körnermagen in einen Raubtiermagen; umgekehrt wird der weiche Magen der Seemöven zum Körnermagen, wenn fortgesetzt körnige Nahrung gereicht wird.[1]) Luftwurzeln tropischer Pflanzen bilden sich, in die Erde gesteckt, sofort zu verzweigten Nahrungswurzeln um.[2]) Pflanzenorgane, welche bei ihrem Längenwachstum auf Hindernisse stoßen, können mit den notwendigen Krümmungen schließlich den Raum ganz ausfüllen; oder, wird das Dickenwachstum von Stämmen der Holzpflanzen z. B. zwischen zwei Felsen eingeklemmt, so kann der Baum sich derartig anpassen, daß er zwar deformiert, plattgedrückt, aber erhalten bleibt.[3]) So werden ja auch bei zahlreichen Völkern die wachsenden Köpfe durch Brettchen, Kompressen, zirkelförmige Binden, Hauben und Tücher zu cylinderförmigen, zuckerhutförmigen, platten und sattelförmigen Schädelbildungen veranlaßt.[4]) Durch einfachen Druck etc. auf fertige Organe wäre das alles natürlich nicht zu erreichen; wohl aber durch die Zuchtwahl der Gewebe und Zellen. Daß bei letzerem Beispiel der Erfolg beabsichtigt, der Prozeß willkürlich eingeleitet ist, schafft keinen Gegensatz gegenüber den natürlichen Prozessen. Bei der Individualselektion ist es etwas ganz verschiedenes, ob die Natur oder ob der züchtende Mensch nur die geeigneten Geschöpfe zur Fortpflanzung zuläßt; bei der Gewebsselektion aber im einzelnen Individuum, auch sofern sie willkürlich ist, schafft der menschliche Wille ja nur den äußeren Einfluß; die Auslese der Gewebe, das Wachstum der Zellen auf der einen Seite, das Verkümmern der Zellen in der andern Richtung u. s. w. das bleibt natürlich.

Die weitaus meisten zweckmäßen Umgestaltungen, die wir ver-

---

[1]) **Semper**, Existenzbedingungen der Tiere. Bd. I, S. 83.

[2]) **Sachs**, Pflanzenphysiologie. S. 32.

[3]) **Frank**, Pflanzenkrankheiten. S. 335.

[4]) **Rüdinger**, Willkürliche Verunstaltungen des menschl. Körpers. S. 16.

folgen können, weisen aber wieder über sich selbst hinaus und lassen den Vorgang nur als Folgeerscheinung eines Zustandes erscheinen, der selbst Resultat eines phylogenetischen Anpassungsprozesses ist. Die eigentliche Erklärung des uns sichtbaren Vorganges führt somit über die individuellen Verhältnisse hinaus. Dahin gehören z. B. die periodischen Bewegungen der Blütenblätter, die sich durch ihren nächtlichen Schluß vor Tau schützen, und der Laubblätter, welche die Abkühlung des Chlorophyll vermeiden; dahin gehört die Reizbarkeit der Mimose, wenn die Annahme berechtigt, daß dieselbe Schutz gegen Hagel und Regen gewähren soll.[1]) Ebenso gilt das für die Wurzelbildung abgeschnittener Stecklinge, für die Haftwurzeln des Epheu, die sich bei experimentellem Beleuchtungswechsel stets an der Seite bilden. Dahin gehören auch die zahlreichen Anpassungsprozesse, deren Vorgang an sich noch völlig rätselhaft, wie z. B. der Farbenwechsel mancher Fische, die nach Pouchetschen Versuchen binnen weniger Stunden die Farbe des Grundes annehmen, über den man sie gebracht, oder die Saisonfarbenverwandlung mancher Schmetterlinge, deren Zusammenhang mit der Temperatur experimentell erwiesen ist.[2])

Vor allem gehören hierher aber die zahllosen Erscheinungen, welche durch Gebrauch und Nichtgebrauch veranlaßt werden. Was zunächst den Gebrauch betrifft, so sind solche Fälle ganz besonders vom menschlichen Körper bekannt, wo durch Übung gestreifte und glatte Muskeln, motorische und sensible Nerven gesteigerte Funktionsfähigkeit erlangen. Meist aber werden diese Erscheinungen der Übung als Vorgänge sui generis behandelt; in ihrer Gesetzmäßigkeit wird ein besonderes Hilfsprinzip gesucht, das von den eigentlichen Anpassungsprinzipien verschieden ist. Eine Analyse der Thatsachen dürfte dagegen darthun, daß sie gerade durch eine Betrachtung unter dem Gesichtspunkt der Adaption an konstante Bedingungen dem Verständnis näher gerückt werden.

Zunächst muß bei der Zerlegung der Übungserscheinung der Faktor des Willens ausgeschlossen werden. Die große Rolle, welche das Psychische in der natürlichen Anpassung spielt, wird uns später eingehend beschäftigen; für die Übungserscheinungen ist dieses psychische Moment aber völlig indifferent und ver-

[1]) Sachs, Pflanzenphysiologie. S. 785 u. S. 800.

[2]) Weismann, Über die Saison-Dimorphismen der Schmetterlinge. 1875.

dunkelt nur das Wesen des Vorgangs. Von Bedeutung ist der Wille für die Übung nur da, wo der Wille auf die schließliche physiologische Veränderung abzielt, also z. B. wenn der Turner Hantelgymnastik treibt, um den Biceps zu stärken. Von solchen Ausnahmefällen ist hier nicht die Rede. In allen übrigen Fällen ist der Wille unwesentlich. Für den Vorgang als solchen ist es ganz gleichgültig, ob z. B. mein Armmuskel stark wird, weil ich rudere, schwimme, klettere oder ob mein Herzmuskel stark wird, weil, natürlich ohne meinen Willen, die Mitralis insuffizient ist und der Muskel somit stärker arbeiten muß. Der Wille ist völlig abhängig von dem äußeren Bedingungskomplex, welcher den wiederholten Gebrauch des Organs veranlaßt; sein Zweck ist die Beseitigung des mit Unlust empfundenen Reizes; genau dasselbe kann nun auch durch unbewußte Handlungen, durch Reflexe vermittelt werden, ja die Arbeit z. B. einer durch ihr Sekret den Reiz beseitigenden Drüse kann schließlich auch direkt durch die anreizenden Einflüsse ausgelöst werden. Der zufällige Umstand also, daß die weitaus meisten Beobachtungen von individuellen Abänderungen durch verstärkten Gebrauch sich auf den Menschen beziehen, dessen Innenseite uns empirisch gegeben und daß unter den menschlichen Übungserscheinungen durch ihre praktische Bedeutung vor allem diejenigen wichtig sind, welche mit Hilfe des Willens zu stande kommen, dieser Zufall darf uns nicht verleiten, im Willen einen für das Wesen des Vorganges bestimmendes Moment zu suchen.

Wiederholter Gebrauch ist also die wiederholte Funtionierung eines Organes, veranlaßt durch die mehrfache Wiederkehr einer Reiz ausübenden Summe von Bedingungen. Aber auch durch diesen Reiz unterscheidet sich diese Bedingung nicht von allen sonstigen äußeren Einflüssen, da jede einzige Bedingung erst durch ihre Wirkung auf den Organismus zu demselben in Beziehung tritt. Wenn gewisse Organe sich auf diese äußeren Einflüsse passiv verhalten, indem sie leiten, Stoß und Druck empfangen, erwärmt werden u. s. w., andere dagegen aktiv durch Kontraktion, Empfindungsauslösung u. s. w. — nur den Einfluß auf diese letzteren Organe nennen wir Reiz —, so liegt kein Grund vor, das Unterscheidende in der Art des Einflusses zu suchen, der Unterschied liegt in der Differenz der Gewebe. — Die häufige Wiederholung dieser äußeren Einflüsse schließlich ist nun aber nichts anderes als ihre relative Konstanz. Die zwischen den Wiederholungen eintretenden Pausen sind für den Veränderungsprozeß gleichgültig;

sind die Unterbrechungen zu lange, so heben sie die Wirkung des wiederholten Einflusses auf. Wenn ein Gewebe unter fortdauerndem Druck steht, so wird es schwielig; das Zahnfleisch des Greises, der die Zähne verloren, befindet sich nicht unter kontinuirlichem Druck, sondern nur unter häufig wiederholtem, da er mit dem Kiefer kaut; der Erfolg ist derselbe, das Zahnfleisch wird schwielig. Der Erfolg würde ausbleiben, wenn er nur vielleicht jeden Monat einmal essen würde.

Nachdem sich so die Merkmale des Willens, des Reizes und der Kontinuitätsunterbrechungen als unwesentlich für den eigentlichen Vorgang der Gebrauchswirkung erwiesen, bleibt uns als wesentlich, daß ein relativ konstanter Bedingungskomplex ein Organ umgestaltet. Die Anpassungslehre behauptet nun, daß die Veränderung unter dauernder Bedingung sich regelmäßig in der Richtung bewegt, welche für die Erhaltung des Organes beim Fortbestehen der äußeren Bedingung möglichst günstig ist. Falls sich also erweist, daß die Veränderungen wirklich für das Organ günstig sind, so ist der ganze Prozeß nichts als ein Vorgang direkter natürlicher Anpassung, der sich von den anderen nicht unterscheidet und nur durch theoretisch ungerechtfertigte Betonung unwesentlicher Umstände als etwas besonderes für gewöhnlich behandelt wird.

Die Frage nach der Zweckmäßigkeit muß nun im vollsten Maße bejaht werden; der häufige Gebrauch, die sogenannte Übung wirkt durchaus immer begünstigend und stärkend auf das Organ, dasselbe wächst, gedeiht und gewinnt an Kraft, ist also der alten Bedingung gegenüber in wachsendem Vorteil, kann mit immer leichterem Kraftaufwand die geforderte Arbeit leisten, und dieses ist der entschieden primäre Erfolg; daß nun die gesteigerte Funktionsfähigkeit zu größeren Arbeiten verwertet wird, an die Stelle der alten also neue mehrfordernde Bedingungen gestellt werden, ist ganz sekundär und hat nichts mit dem Wesen des Vorgangs zu thun.

Wir sind somit völlig berechtigt, die Übungserscheinungen als einen Komplex von Fällen gewöhnlicher Anpassung anzusehen und unter diesem Gesichtspunkt nun ein paar verwickeltere Beispiele zu betrachten. Es sei z. B. für einen Strandbewohner die Notwendigkeit gegeben, um Nahrung zu finden, täglich stundenlang im Boot mit den Wellen zu kämpfen; dieser Bedingungskomplex — bestehend im leeren Magen, Nahrungsmangel am Strand, Fischreichtum in der See u. s. w. — wirkt mittelbar durch die Psyche,

indem der leere Magen den Hunger anregt, der Fischreichtum die Vorstellung des erhofften Mahles u. s. w., alle die Empfindungen und Gefühle wirken dann zu einem Überlegungsakt, dessen Resultat von einem Gefühl begleitet wird, das seinerseits täglich von neuem den Willensimpuls auslöst, ins Meer zu rudern; in letzter Linie also ist es die organische Einheit des Armes, auf welche der Bedingungskomplex wirkt. Das unbeabsichtigte Resultat aber ist, daß die Arme immer kräftiger und stärker werden; für die Fortdauer der relativ konstanten Bedingung sind sie durch diese Veränderung aber nicht dadurch begünstigt, daß sie bei gleicher Rudernotwendigkeit nun stärker rudern können, eine freilich unausbleibliche und praktisch sichtbarere Nebenfolge, sondern dadurch, daß sie bei der fortdauernd gleichen Ruderaufgabe weniger angegriffen werden. — Für einen Blinden liegen stets Bedingungen vor, die auf kompliziertem Umweg schließlich auf die Tastkörperchen und die sensiblen Nerven wirken, deren Arbeit es ist, Empfindungen zu veranlassen. Die Wirkung ist nicht kontinuierlich, denn sie tritt nur ein, wenn zu einer Summe fortdauernder Bedingungen auch noch gewisse andere Bedingungen zutreten, welche den Wunsch, etwas zu betasten, anregen; tritt dieses häufig ein, so ergiebt sich eine Veränderung in dem Organ, welche — aus der gesteigerten Leistungsfähigkeit zu schließen — demselben die alte Aufgabe wesentlich erleichtert; es ist die der alten Bedingung gegenüber denkbar günstigste Modifikation. — Ist durch irgend eine Ursache in der Harnröhre ein Widerstand, so wirkt diese Bedingung, jedesmal wann zu derselben die weitere Bedingung der übernormalen Urinmenge in der Blase tritt, mittelst komplizierten Nervenmechanismus auf die glatte Muskulatur, und der häufige Gebrauch führt zu einer kräftigen Muskelentwickelung der Blase.

Selbstverständlich kann dieser für das Organ der Bedingung gegenüber nützliche Anpassungsprozeß für den ganzen Organismus höchst schädlich werden, so die Hypertrophie des linken Ventrikels bei Insufficienz der Mitralis. Interessanter noch ist in dieser Beziehung das Verhalten der Blutgefäße. Sind an einer Stelle des Körpers Bedingungen gegeben, welche wiederholt oder fortwährend das Blut aus den Kapillaren zu dieser Stelle besonders stark heranziehen, so entwickelt sich dort das Gefäßsystem aufs üppigste, so daß es für die größten Anforderungen an Blutzuführung ausreicht, und sich selbst doch noch dabei erhalten kann, was bei gleichbleibendem Querschnitt nicht möglich gewesen wäre. Diese Anpassung

der Gefäße an die lokalen Bedingungen kann nun, so nützlich es für die Erhaltung der Gefäße selbst ist, für den Organismus sehr schädlich sein; ist dieser blutanziehende Bedingungskomplex ein Parasit, so kann er sich auf Grund dieser Gefäßanpassung so kräftig entwickeln, daß ein Entzündungsprozeß eintritt und der Wirt gefährdet wird. Die Erscheinung erweist sich aber in derselben gesetzmäßigen Abwickelung als Bedingung jeglicher Existenz, da in derselben Lage, wie der Parasit, jeder Embryo ist, an dessen Bedürfnisse die Gefäße sich zweckmäßig anpassen. Fragen wir uns nun, wie alle diese Prozesse zu stande kommen, so ist das ohne weiteres klar, daß von einer einfachen Konkurrenz der Gewebe hier nicht mehr die Rede ist. Der Muskel, welcher viel arbeitet, wächst, weil bei der Arbeit die Blutgefäße sich erweitern, dadurch dann mehr Blut zuströmt und die größere Menge Ernährungsmaterial das Wachstum befördert. Um solche komplizierten Verhältnisse handelt es sich fast in jedem Falle. Sollen wir nun deshalb annehmen, es sei Zufall, daß die Bedingungen, welche die Arbeit des Muskels anregen, ihn zugleich diesen Bedingungen gegenüber kräftiger, geschickter, für die Selbsterhaltung begünstigter machen, es sei Zufall, daß jede häufige Funktionierung das funktionierende Organ stärke? Diese Annahme wäre durchaus unwissenschaftlich.

Wenn der Ausgang aller solcher Prozesse aber kein Zufall ist, so steht zu seiner Erklärung nur eine Möglichkeit offen. Wir müssen annehmen, daß alle jene, für uns direkt beobachtbaren Anpassungsprozesse nur dadurch zu stande kommen, daß der Körper infolge eines nur hypothetisch erschließbaren Prozesses in einem Zustand vollendeter Anpassung nach zwei Richtungen hin sich befindet. Einmal nämlich ist er — und dieses allein hatten wir früher in Betracht gezogen — an diejenigen Bedingungen angepaßt, welche die passiven Eigenschaften der Organe beeinflussen, zweitens aber ist er an jene Bedingungen adaptiert, welche auf die aktive Leistung der Organe wirken, und zwar besteht letztere Adaptierung darin, daß das Organ durch die Thätigkeit selbst sich direkt oder indirekt Nahrungsstoff herbeizieht, sich durch seine Arbeit also ernährt, wächst und gedeiht. Es bleibt dann nur die Frage, wie phylogenetisch dieser Zustand entstehen konnte, und da dürfte derselbe Ausweg sich darbieten, der sich für die Erklärung der Gewebe zweckmäßig zeigte: die Annahme von der trophischen Funktion des spezifischen Reizes.

Bei den Geweben postulierten wir ihn als direkten Einfluß, die

Gewebselemente blieben erhalten und pflanzten sich fort, welche direkt vom Reiz zufällig ernährt wurden. Hier wird der Vorgang indirekt zu denken sein. Es erhielten sich und die Disposition zu ihrer Anlage vererbte sich nur für diejenigen Organe, welche zufällig durch die, von den äußeren Bedingungen ausgelösten Funktionen zugleich Ernährungsmaterial erhielten. Der Muskel hätte sich also phylogenetisch gebildet, indem diejenigen Organelemente sich erhielten und sich vermehrten, bei welchen die Kontraktion der Substanz zugleich eine Ernährung derselben einleitete, ein in jedem Individuum wiederkehrender direkter Anpassungsprozeß, der zumal in den entwickelteren Stadien von der natürlichen Zuchtwahl der Individuen wesentlich unterstützt worden sein muß. Denn es ist klar, daß, wenn zwei Tiere z. B. durch äußere Bedingungen gezwungen sind, gewisse Muskelgruppen zu ihrer Beutejagd häufig anzustrengen, daß dann das Tier, dessen Muskeln zugleich durch die Arbeit gekräftigt werden, einen bedeutenden Vorsprung haben muß vor dem anderen, dessen Muskeln durch jene notwendige Anstrengung immer schwächer werden.

Doch diese Betrachtungen führen uns schon völlig von den direkt verfolgbaren Prozessen auf jene hypothetischen, welche wir zur Erklärung des vorliegenden Anpassungszustandes in der Natur konstruieren.

Nur eines noch sei bezüglich des individuellen Prozesses erwähnt. Wenn wir wirklich zu seiner Voraussetzung einen Körperzustand machen, in welchem jedes Organ durch Funktionierung zum Centrum geeigneter Nahrungsherbeiziehung wird, so resultiert daraus auch die Erscheinung individueller Organreduzierung, individueller Atrophie. Dieselben sind für Muskeln, Nerven etc. allgemein bekannt aus normal physiologischen, pathologischen und experimentellen Fällen. Eine Anpassung werden wir diese Reduzierung deshalb nennen können, weil der geringe Nahrungsstrom, der dem nichtarbeitenden Organ zufloß, für das reduzierte eher ausreicht als für das volle. Der eigentliche Nutzen aber, den die Natur von dem Reduzierungsprozeß hat, kommt nicht dem Organ zu gut, sondern dem Individuum, das dann seine Nahrung nicht an ein nichtarbeitendes Organ zu vergeuden braucht, ein Vorteil, der sich weniger bei der individuellen Reduzierung als bei der phylogenetischen erweist.

b. Zustand vollendeter Organanpassung.

Ein Organ ist den äußeren Bedingungen dann angepaßt, wenn es unter ihrem Einfluß so gut wie möglich sich selbst zu erhalten

vermag; der Zweck des Organs ist zunächst seine eigene Fortdauer, nicht die des Individuums. Das Organ erhält sich daher auch, wenn es von dem Organismus abgelöst ist, sofern nur künstlich oder natürlich die Bedingungen erfüllt sind, denen es angepaßt ist und deren beträchtliche Veränderung allerdings das Erlöschen des Lebens veranlaßt. So erhält sich ein abgeschnittener Zweig in künstlicher Nährflüssigkeit, ein Herzmuskel bei Durchleitung frischen Blutes; ja in normalen Verhältnissen lebt der abgerissene hektokotylisierte Arm mancher Cephalopoden parasitisch in der Mantelhöhle des Weibchens weiter, und bei einem Rundwurm in der Hummel pflegt sogar die Scheide sich mit der inneren Seite nach außen herauszukehren, sich mit dem übrigen Geschlechtsapparat loszulösen und dann mit mächtiger Massenzunahme selbstständig fortzuleben (Leuckart-Schneider).

Von solchen Ausnahmefällen abgesehen, ist in der Regel für die Erhaltung des Organs zweierlei nötig, erstens, daß der Organismus, zu dem es gehört, am Leben bleibt, und zweitens, daß es innerhalb des lebenden Organismus durch seine Stellung, Funktion u. s. w. die Existenzmöglichkeit findet. Dadurch sind die zwei Hauptrichtungen der Organanpassung gegeben. Erstens blieben alle Organe erhalten, welche zu Individuen gehören, die mittels der zufälligen Abweichungen eben jener Organe im Vorteil sind; der hypothetische Prozeß in der Phylogenie besteht also darin, daß zufällige Varietäten im Kampf der Organismen erhalten blieben und auf dem bekannten Weg der Züchtung durch Überleben der meistbegünstigten Individuen gehäuft wurden; es ist eine indirekte Adaption, die ihre Beschränkung darin findet, daß kein Organ gezüchtet werden kann, welches nicht gleichzeitig sich selbst erhalten kann.

Die andere Form ist direkt; innerhalb jedes einzigen lebenden Individuums macht die Anpassung einen kleinen Schritt vorwärts, der sich in Gestalt verstärkter Disposition vererbt, und da bei der Konstanz der Bedingungen die Veränderungen sich in derselben Richtung bewegen, so werden sich die günstigen Modifikationen, deren individuelle Prozesse wir in den Erscheinungen der sogenannten Übung u. s. w. verfolgen, derartig summieren, daß schließlich der Zustand vollendeter Anpassung angeboren ist. Diese direkte Adaption findet ihrerseits die Beschränkung darin, daß sie keine dem Organ günstige Modifikation züchten kann, welche dem Organismus als ganzem schädlich ist.

Wieder werden die Vorgänge direkter und indirekter Adaption in den mannigfaltigsten Formen sich ergänzt und beschleunigend ineinander eingegriffen haben; wieder wird ihre durchgängige Isolierung ebenso unmöglich als unnötig sein. Zugleich aber wird allerdings die Betrachtung des in der Natur gebotenen Materials die Überzeugung erwecken, daß weder das eine noch das andere, weder die Erhaltung des Organs im Kampf der Körperteile, noch seine Erhaltung durch den Vorteil für das Individuum im Kampf der Organismen, vollständig ausreichen, um wirklich alle Organanpassungen zu erklären; andere Prinzipien, vor allem die Organerhaltung wegen des Nutzens für die Erhaltung der Art, werden notwendig herbeigezogen werden müssen.

Ohne nun in jedem einzelnen Falle zu entscheiden, ob der direkten oder indirekten Anpassung größerer Einfluß zukam, wollen wir die hauptsächlichsten äußeren Bedingungen und einige Beispiele zugehöriger Anpassung betrachten.

Ein Zustand weitgehender Anpassung existiert für die Temperaturverhältnisse; leben doch Tiere normal in 60° C. heißen Quellen, andere in der Eistemperatur der Gletscherspalten. Von einer vollständigen Anpassung, d. h. ungestörtem Fortleben aller Tiere für die ganze Breite normaler periodischer Temperaturschwankungen ist allerdings nicht die Rede; die Wintertemperatur setzt die Lebensenergie im Winterschlaf herab oder veranlaßt die Wanderung nach Süden oder den Tod nach Eiablage. Winterschlaf und Tod nach Fortpflanzung sind ja auch im allgemeinen die beiden Möglichkeiten für alle Pflanzen, welche den vollen Lebensprozeß nicht der Kälte anpassen können. In häufigen Fällen ist die Temperaturanpassung, wie z. B. bei den Krebsen in den heißen Quellen, auf Adaption der protoplasmatischen Eigenschaften beschränkt. Bei den meisten Geschöpfen aber ist von entscheidendem oder wenigstens accessorischem Einfluß das Vorhandensein zweckmäßiger Organe. Hierher gehören vor allem die Pelze, Wollhaare, Federn der Tiere, die Haarbekleidung der Pflanzen, die Fettpolster, die Schweißdrüsen u. s. w.

Das Licht ist von entscheidendem direkten Einfluß nur für die Pflanze, und zwar für ihr Chlorophyll. Hier ist nun in vollständigster Weise die Anpassung erreicht, indem nur die dem Licht erreichbaren Organe Chlorophyll enthalten, diese aber dem Licht eine möglichst große Fläche bieten: — Der interessante Einfluß des Lichts auf die Tiere betreffs der Verkümmerung der

Augen bei Lichtmangel ist hier nicht zu erledigen, wo die in letzter Linie den Organen selbst zweckmäßigen Organanpassungen besprochen werden; die Besprechung aller rudimentären Organe wird uns mithin erst bei der Betrachtung des ganzen Organismus beschäftigen, da sie diesem allein, nicht sich selber nützlich sind.

Von tausendfachem Einfluß ist offenbar der Aggregatzustand des Mediums, in welchem ein Geschöpf sich aufhält; aus den Bedingungen, welche z. B. das Wasser bietet, ließen sich bei gegebener Größe und Masse des Fischkörpers sozusagen alle wichtigen Organe desselben ableiten und charakteristisch dafür ist es, daß verwandtschaftlich ganz ungleichartige Tiere, wie große Fische und Walfische, durch das gemeinsame Medium zahlreiche Ähnlichkeiten aufweisen. Die weitaus meisten Organmodifikationen sind freilich nicht dem Medium allein angepaßt; andere Bedingungen, wie Nahrungsnot, Feinde u. s. w., müssen hinzutreten, um die Zweckmäßigkeit der Einrichtungen, z. B. der Bewegungsorgane, der Bohr- und Graborgane u. s. w. zu erproben. Von denjenigen Organen, welche dem Medium als solchem ganz allein angepaßt sind, d. h. zweckmäßig sind, um überhaupt die Existenz in dem Aggregatzustand zu ermöglichen, sei z. B. auf die Luftblase der Tiefseefische gewiesen, deren Gasgemenge in so hoher Spannung steht, daß sie nur in einem Wasser von so starkem Druck leben können, in seichtem Wasser aber sterben.[1]) Dahin gehören auch die großen gekammerten Luftlakunen in vielen Wasserpflanzen, die dadurch sich auf der Oberfläche des Mediums halten, oder die Luftblasen in den Blättern zu gleichem Zweck, wie die Bewegungsapparate der fliegenden Tiere.[2]) — Auch die Dichtigkeit der Luft muß von Einfluß sein; so fand z. B. Alexander v. Humboldt bei den Bewohnern der hohen Anden die Geräumigkeit des Thorax unverhältnismäßig groß.

Wechselreicher noch als das Medium, in dem die Geschöpfe leben, ist das Medium, auf welchem sie leben, also der Boden, die Unterlage. So sind die gespaltenen Füße der Dickhäuter dem morastigen Boden angepaßt, nicht minder die elastischen Klauen der Gemse, des Kamels.[3]) Die schwachstenglige Pflanze hält sich durch zweckmäßige Kletterorgane an ihrer Unterlage. Der Vogel klammert sich mit Krallen an den Ast. Ähnlich ist der stationäre Parasit seinem Boden durch Haft- und Klammerorgane angepaßt,

[1]) Semper, Existenzbedingungen der Tiere. Bd. II, S. 149.
[2]) Martins, Einleitung zu Lamarcks „Zoologische Philosophie". S. 16.
[3]) Leuckart-Bergmann, Übersicht über das Tierreich. S. 406.

die ihn befähigen, seinen Platz auch unter ungünstigen Verhältnissen zu behaupten; allerdings kann hier die Organfunktion durch die Länge des Körpers ersetzt werden.[1]) Der Wohnplatz, d. h. der Boden für die Bewegung des Flughörnchens sind voneinander getrennt stehende Baumkronen; die Erhaltung auf diesem Boden war nur möglich durch die zwischen den Vorder- und Hinterbeinen fallschirmförmig ausgebreitete Haut, mittels der sie ohne Gefahr sich von den Bäumen herabfallen lassen können. Der Affe hat dafür den Greifschwanz.

Andere Organanpassungen entsprechen dem Schutz gegen mechanische Einflüsse; so haben die Stigmen der Arthropoden einen Schutzapparat gegen Staub, die Säugetiere schützen ihre Lunge durch Choanen und Epiglottis; die Haut der Schnecke hat Schleimdrüsen, um sich vor dem mechanischen Einfluß der harten Schale zu schützen[2]), und der junge Vogel hat am Ende des Schnabels eine harte Spitze, um beim Ausschlüpfen die Eischale durchzubrechen; weichschnablige können den mechanischen Widerstand nicht überwinden und gehen zu Grunde.[3])

Ein viel mannigfaltigerer Bedingungskomplex ist durch die Nahrung gegeben, da es bekanntlich nichts auf der Erde giebt, das nicht irgend einem Geschöpf zur Nahrung diente. Die für die Ernährung zweckmäßigen Organeigenschaften können sich natürlich auf die verschiedensten Stadien beziehen. Der erste Schritt besteht darin, sich der Nahrung zu nähern, ein Stadium, das nur dort besonderer Vorrichtungen bedarf, wo die Beute in einem lebenden Tier besteht. Da werden nicht nur schnelle Beine oder die Sprünge der Katzenraubtiere nützlich sein, sondern nicht minder das Herannahen verbergende Einrichtungen; für Tiere, die am Tage auf Beute gehen, wird eine Anpassung der Farbe an die Umgebung, für Nachträuber eine unhörbare Fortbewegung diesem Zweck entsprechen. Auf die Farben kommen wir später zurück; als Beispiel unhörbarer Annäherung sei an das weiche Gefieder der Eule erinnert.[4]) Wenn das Tier sich der Nahrung genähert, so muß es im weiteren Stadium dieselbe erreichen und sich zugänglich machen können. So fungiert der Rüssel des Elefanten und der Hals der Giraffe, so dient der lange Schwanenhals, um die Nahrung vom Boden der seichten

---

[1]) Leuckart, Parasiten des Menschen. 1879. Bd. I, S. 9.
[2]) Leuckart-Bergmann, Übersicht des Tierreichs. S. 205.
[3]) Darwin, Entstehung der Arten (Carus). IV. Aufl. S. 108.
[4]) Darwin, Abstammung des Menschen (Carus). III. Aufl. Bd. II. S. 207.

Gewässer emporzuholen, die lange Zunge des Ameisenbärs zum Fassen und die pinselförmige Kolibrizunge zum Packen. Die mannigfaltigen Vogelschnäbel sind den Ernährungsbedingungen angepaßt; auch das Zahnsystem der Reptilien dient zum Festhalten. Vielleicht am besten wird die Anpassung durch die Mundwerkzeuge der Insekten illustriert, deren morphologisch gleiche Teile, wie Lippen, Kiefer u. s. w., je nach der Nahrung der betreffenden Art zum Beißen (Coleopteren), Lecken (Hymenopteren) und Saugen (Lepidopteren) eingerichtet sind, eventuell als Hilfe für den Saugapparat auch zum Stechen (Dipteren), um sich Zugang zur aufzusaugenden Nahrungsflüssigkeit zu verschaffen.[1]) Die Anpassung vieler Endoparasiten an die Nahrung besteht in der Permeabilität ihrer äußeren Bedeckung.[2]) Ganz ähnlich paßt sich den Ernährungsverhältnissen die Wurzel der Pflanze an; beim pflanzlichen Parasiten wachsen die Hausterien in die Substanz des bewirtenden Baumes.

Ist die Nahrung dem Körper übermittelt, so fehlt es auch in den weiteren Stadien des Kauens, Verdauens, Assimilierens nicht an zweckmäßigen Organeinrichtungen, die der jedesmaligen Nahrung entsprechen. Hierhin gehören die so sehr variierenden Kiefer- und Zahnbildungen der Säugetiere wie der harte Körnermagen der Vögel; hierhin gehören natürlich auch die unendlich modifizierten Drüsen, die ihre Sekrete zur Auflösung der Speise in den Verdauungskanal ergießen. Als Beispiel, wie sich die Assimilationsfähigkeit an die vorhandene Nahrung anpaßt, sei an die Fähigkeit des Eskimos erinnert, Thran und Fett in Mengen zu konsumieren, welche jeden anderen Menschen schwer krank machen würde.[3])

Vielleicht nicht minder zahlreich als die Anpassungsvorrichtungen des Organismus gegenüber der Beute sind jene Organadaptionen, welche ihn gegen seine eigenen Feinde schützen. Die Vorrichtungen zum Schutz der beutegierigen Räuber werden jedenfalls durch die natürliche Zuchtwahl am energischsten ausgelesen werden, da ihr Fehlen nicht nur, wie das Fehlen anderer Anpassungen, den Stoffwechsel etwas tiefer herabdrückt, sondern denselben überhaupt negiert durch den unausbleiblich frühen Tod. Thatsächlich giebt es aber auch kein Tier, das nicht gewisse Schutzmittel gegen seine Verfolger besitzt. Natürlich sind es nicht immer einzelne Organe; oft kann auch die Kleinheit des ganzen Körpers oder das bewohnte

---

[1]) Claus, Lehrbuch der Zoologie. 1883. S. 469.

[2]) Leuckart, Parasiten. 1879. Bd. I, S. 24.

[3]) Kühne, Anpassungsgesetz in der Therapie. S. 71.

Medium den Verfolgten schützen. Andererseits darf nur an die Hörner, Giftdrüsen, Stinkdrüsen u. s. w. erinnert werden, um in ihnen schützende Waffen zu sehen; noch wichtiger sind natürlich dabei die Funktionen der Sinnesorgane, die, besonders die Augen in ihrer wechselnden Lage, ebenfalls den Verfolgern angepaßt sind, sowie die schnell forttragenden Beine, Fittige, Insektenflügel u. s. w. Die Sepia spritzt ihr schwarzes Sekret aus, um das Wasser zu verfinstern und sich so vor den Verfolgern zu schützen, die Leuchtwürmer warnen ihre Verfolger durch ihr Licht; da sie den insektenfressenden Vögeln und Säugern ungenießbar und widerwärtig schmecken, so sind sie vor Feinden sicher, sobald sie nur im Finstern erkannt werden.[1])

Wenn in dieser letzten Gruppe von Erscheinungen die relativ konstante Bedingung, an welche die Anpassung erfolgt ist, in dem Vorhandensein von Feinden bestand, so kann sich dieselbe zu einem komplizierten Bedingungskomplex erweitern durch das Hinzutreten einer konstant gefärbten Umgebung. Die Adaption, welche für die Erhaltung der als Beute verfolgten Geschöpfe nützlicher sein wird als alle die erwähnten Verteidigungswaffen, besteht in der dem Hintergrund gleichen oder ähnlichen Färbung, welche das Tier den Blicken des Feindes entzieht.[2]) Die Farbengleichheit zwischen Organismus und Boden veranlaßt häufig die schiefe Darstellung, als sei die Anpassung lediglich an jenen erfolgt; der Nutzen gegenüber den Feinden gewissermaßen erst ein sekundärer Erfolg. Thatsächlich bilden die Feinde die wichtigere Bedingung; wären die Verfolger z. B. blind, so daß sie nur mittels Tasten die Nahrung suchten, oder gingen sie zur Nachtzeit auf Beute, so wäre die Farbenadaption nicht nur wertlos gewesen, sondern wäre auch, wie wir annehmen dürfen, niemals entstanden. Beispiele solcher zweckmäßigen Anpassung sind bekanntlich in jeder Tiergruppe zu finden. Daß sie unter den Pflanzen viel seltener sind, mag wohl darin begründet sein, daß, wenn das Kraut als Nahrung von den Tieren gegessen wird, die Pflanze noch nicht todt ist, mithin die Gewächse, welche nicht homochromatisch sind, von den Tieren also leicht gesehen und benagt werden, sich fast ebensogut erhalten und fortpflanzen können, wie die dem Boden gleichgefärbten;

---

[1]) Darwin, Abstammung des Menschen. Bd. I, S. 164.

[2]) Wallace, Beiträge zur Theorie der natürlichen Zuchtwahl (übersetzt von Meyer). 1870. S. 55—85. Darwin (Carus) 1881. Bd. II, S. 106. Bd. III, S. 343. Bd. IV, S. 206.

ganz abgesehen davon, daß für zahllose Pflanzen die Farbe zum Anlocken der Tiere nötig ist, sei es, damit die Blüten von den die Bestäubung vermittelnden Insekten besucht werden, sei es, damit die Früchte von Tieren gegessen werden, welche die Kerne zur Fortpflanzung weiter tragen.

Nicht bei allen Tieren wird die Färbung unter der Bedingungskonstellation von Feinden und Bodenfarbe entstanden sein, häufig vielmehr werden die gefärbten Tiere selbst die Verfolger gewesen und die schützenden Farben durch den Vorteil entstanden sein, den die Verfolger darin hatten, daß sie sich ihrer tierischen Beute unbemerkt nähern konnten. Auch hier aber ist dann das Vorhandensein dieser Beute der wichtigere Teil der Einflüsse; Tiere z. B., welche sich von Pflanzen, von Aas, von schlafenden Geschöpfen nähren, können niemals hierdurch die Farbe des Bodens erhalten haben. Ist der Hintergrund nicht gerade einfarbig, so wird sich auch das Farbenspiel in gesprenkelter Haut züchten. Ist nur eine Körperseite sichtbar, so wird häufig nur diese die Anpassungserscheinung zeigen; ja, sogar wenn der Wechsel der Jahreszeiten den engeren Naturbezirk mit verschiedenfarbiger Hülle bekleidet, so kann ein Wechsel der schützenden assimilativen Farbentöne parallel gehen.

Aus den zahllosen bekannten Beispielen sei daran erinnert, daß die Wüstentiere sand- oder erdfarben, arktische Tiere meist schneeweiß, nur Vögel der immergrünen Tropenwälder grün sind, daß rindenfressende Insekten grau, blattfressende grün, in den Borken lebende braun sind, daß viele Fische seichter Gewässer gleichfarbig mit dem Boden, Quallen und Medusen farblos durchsichtig wie das Wasser sind. Als Beispiele der Polychromie sei auf die lebhafte Zeichnung des Tigers und Jaguars gewiesen, die sich völlig dem Gras- und Bambusgebüsch anpaßt, in dem sie auf Beute lauern; als Repräsentanten der Farbenwechsler auf Hermelin und Alpenhasen, die nur im Winter weiß sind, oder auf das Schneehuhn, das im Sommer den grauen Flechten der Steine gleicht, zwischen denen es lebt, im Winter aber durch schneeiges Gefieder geschützt ist. Interessante Beweise dafür, daß solche Farbenadaption nur erfolgte, wo die Bedingungskomplikation es erforderte, liegen z. B. darin, daß während alle am Tage auf Beute gehenden, echten Baumschlangen grünlich sind, die einzige, welche tags in Löchern geschützt und nur nachts auf Beute geht, schwarz oder braun ist (Wallace) oder daß der Zobel, der sich von Früchten

nähren kann, also sich nicht vor seiner Beute unsichtbar zu machen braucht, auch im sibirischen Winter seinen braunen Pelz behält.

Eine Farbenassimilation ganz besonderer Art bezieht sich nicht auf die Haut des ausgebildeten Tieres, sondern auf die Hülle des Embryos, auf das Vogelei, das wir wohl mit vollem Recht den betrachteten Erscheinungen anreihen können. Während nämlich die Eier, welche in Höhlen, Kuppelnestern oder sonst irgendwie den Blicken von Feinden verborgen sind, fast ausnahmslos weiße Farbe haben, sehen wir alle frei liegenden Eier, sofern nicht die Brüter große Wehrkraft haben, wie der Adler, der Storch etc., dem Boden sympathisch gefärbt.[1]) So sind die Eier der Offenbrüter im Wüstensand gelb, auf Torfboden braun, im Laub oder Wiesengras grün etc.

Aber die schützende Färbung geht noch weiter in der Nachahmung lebender Geschöpfe, welche meist außer der Farbe noch gewisse täuschende Gewohnheiten umfaßt, wie das blütengleiche Ruhigsitzen mancher Schmetterlinge oder das lose Amgebüschhängen der Gespenstheuschrecken, welche von dürren Ästen kaum zu unterscheiden sein sollen. Eine besondere Form dieser Nachahmung ist die als Mimicry bekannte Nachäffung anderer Tiere, und zwar die Nachäffung gut geschützter und mit gefürchteten Verteidigungswaffen versehenen Tiere durch ungeschützte oder die Nachahmung harmloser, nicht gefürchteter Geschöpfe durch gefährliche Verfolger. Beide Formen der Maskerade müssen einen erheblichen Vorteil im Kampf ums Dasein bringen. Das Auffallende dieser Erscheinung hat in der Litteratur sehr eingehende Untersuchung veranlaßt und das Material ist durch Wallace, Darwin, Bates, Semper u. a. in überraschender Weise gehäuft; allerdings hat hier die Willkür sehr freien Spielraum und mancher Fall erscheint etwas gekünstelt und gesucht. Allgemein anerkannte Beispiele sind harmlose Sesien, die wie stechende Wespen aussehen, ungeschützte amerikanische Schmetterlinge, die solchen mit Stinkdrüsen gleichen etc.

Wir haben die Übersicht der häufigsten, die Organe beeinflussenden Bedingungen und der illustrierenden Beispiele nicht unterbrochen durch Diskussion über die phyletische Entstehung der Einzelfälle. Dieselbe hätte ja keine andere Aufgabe verfolgen können als den ziemlich willkürlichen Versuch der Scheidung zwischen den beiden überall ineinandergreifenden Faktoren, der direkten und indirekten Anpassung. Wir sahen, daß die erste durch

---

[1]) Reichenau, Die Eier und Nester der Vögel. 1880. S. 72 ff.

einen Prozeß entsteht, der sich in jedem einzelnen Individuum durch Übung etc. wiederholt und schließlich durch die stete Vererbung der Disposition sich so häuft, daß die vollständige Adaption angeboren wird, daß aber die zweite durch eine natürliche Auslese der Meistbegünstigten im Kampf erfolgt.

Die Fragen, woher zum ersten Male gewissen Gewebselementen die Fähigkeit zukam, durch Ausübung einer bestimmten Leistung zu wachsen, oder woher zum ersten Male gewisse Sekrete dufteten, Pigmentkörner sich einlagerten, diese Fragen sind zweifellos nicht minder wichtig, als die Fragen, wie diese einmal, sei es auch nur minimal, vorhandenen Eigenschaften zu Merkmalen der Art wurden. Meist hat man die Existenz des ersten Problems überhaupt nicht berücksichtigt, oder hat durch allgemeine unwahrscheinliche Voraussetzungen, wie unbegrenzte Variabilität etc. den fehlenden festen Stützpunkt für das Wirken des Anpassungsvorganges suchen wollen; selbst diese würde vielleicht Formvariationen erklären, aber das erste erbliche Auftreten von Duftstoffen, Farbstoffen etc. völlig im dunklen lassen. Gerade z. B. die Lehre von den Farben der Tiere steht trotz des reichen Materials erst im Anfang der Erkenntnis, da hier offenbar erst eine Erklärung des ersten Anstoßes von Entscheidung sein kann, zumal Erscheinungen wie die Mimicry kaum durch Zufall erklärbar sind und noch weniger der Farbenwechsel mit den Jahreszeiten. Zu beachten ist dabei allerdings, daß jene Farben und Gerüche durchaus nicht erst damals auftreten mußten, als sie nützlich waren; es ist ja nicht zu leugnen, daß jedes Ding irgend eine Farbe, vielleicht jedes irgend einen Duft hat, auch wenn es nicht gesehen und gerochen wird, daß mithin Farben, Dufte etc. schon voll entwickelt gewesen sein können, als durch einen Bedingungswechsel die anpassende Auslese begann. So wie beim Funktionswechsel eine schon fertige Nebenfunktion zur Hauptfunktion wird, so würde die bis dahin wertlose Nebeneigenschaft der Farbe unter neuen Verhältnissen zur Haupteigenschaft des Organs. — Doch die Anpassungslehre als solche hat dieses Problem nicht zu verfolgen; sie hat überall nur das schon Vorhandene zu berücksichtigen. Die Anpassung kann nirgends qualitativ neue Elemente schaffen; nur die Verschiebung der Proportionen gegebener Faktoren ist ihre Aufgabe; wie die Faktoren entstanden, ist vom Standpunkt der Anpassungslehre gewissermaßen Metaphysik.

Die aus allen Geschöpfgruppen bunt zusammengewürfelten Beispiele beweisen, daß die beiden skizzierten Faktoren von weitreichen-

der Bedeutung für die Organanpassung geworden sind, dennoch reichen sie bei weitem nicht zur Erklärung jeder Organmodifikation aus. Das Nichterklärte scheint sogar zu überwiegen und das hat einen Hauptgrund, der zu wenig Beachtung findet, vielleicht weil er selbstverständlich scheint, daß nämlich der größte Teil der Organmodifikationen gar nicht angepaßt ist, weil er gar keinen Bedingungen unterliegt, die seinen Stoffwechsel beeinflussen. Die Modifikationen mögen daher erblich sein oder individuell, in jedem Falle sind sie begleitende physiologische Erscheinungen, die, gleichviel ob wir ihre Kausalentstehung kennen oder nicht, mit der Anpassung nichts zu thun haben, weil ihr Bestehen oder ihr Wechsel weder dem Organ noch dem Organismus nützlich oder schädlich ist. Das darf nicht mißverstanden werden. Es giebt kein Gewebe, das für ein Organ gleichgültig ist, und es giebt kein Organ, das für den Organismus gleichgültig ist; wohl aber hat fast jedes Gewebe und fast jedes Organ unter andern Eigenschaften auch solche, die indifferent sind, Nebeneigenschaften, welche selbstverständlich immer physikalisch-chemische Ursachen haben, bei der Fortdauer dieser äußeren Ursachen aber in Beziehung auf dieselben gleichgültig sind. Wir haben es dann eben mit einfachen Folgeerscheinungen zu thun, bei denen wir uns vergeblich abquälen, eine Bedingung zu finden, der gegenüber sie nützlich sind, und — was gefährlicher ist — oft sind wir geneigt, künstlich solche Nützlichkeit zu kontruieren und kommen dadurch auf falsche Wege für die phyletische Erklärung. So ist z. B. sicherlich keines unserer inneren Körperorgane überflüssig, dennoch ist die verschiedene Farbe derselben offenbar völlig gleichgültig; daß arterielles Blut rot, venöses blauschwarz, die Galle grün, die Knochen gelbweiß sind, hat seine Gründe, aber keinen Nutzen; ebenso z. B. die Farbe der Pflanzen in Meerestiefen, in welche kein Licht dringt, oder die Farbe mikroskopischer Geschöpfe etc. Eine Anpassungserscheinung kann die Farbe nur da sein, wo sie gesehen wird, der Duft, wo er gerochen, der Ton, wo er gehört werden kann.

Es resultiert hieraus, daß es müßig und zu Irrtümern führend wäre, wenn man jede Organmodifikation unter dem Gesichtspunkt der Anpassung betrachten wollte; aus dem Umstand, daß sich sehr viele Erscheinungen durch die zwei Anpassungsprinzipien der Auslese von Organelementen und Organismen, wie wir sahen, nicht erklären lassen, folgt mithin noch durchaus nicht, daß es deshalb noch andere Prinzipien giebt. Dennoch existiert ein solches; ein

drittes Prinzip hat, sanktioniert durch den Namen des Entdeckers, allgemeinste Anerkennung gefunden: die geschlechtliche Zuchtwahl.

Das Prinzip der geschlechtlichen Zuchtwahl, das Darwin, vielleicht nicht ohne einseitige Überschätzung, mit zahllosen Beispielen illustriert hat, ist eigentlich noch einfacher als die anderen. Wir hatten gesehen, daß ein Organ sich deshalb modifizieren kann, weil gewisse Gewebselemente in dem Organ unter günstigeren Bedingungen stehen als andere, daß zweitens ein Organ sich deshalb modifizieren kann, weil gewisse zufällige Änderungen die Erhaltung des Individuums eher begünstigen als andere, und drittens, sagt nun Darwin, kann ein Organ sich deshalb modifizieren, weil die zufällige Anderung eine günstige Bedingung für die Fortpflanzung ist, die Tiere und Pflanzen mit der günstigen Abweichung also mehr Gelegenheit haben, diese zu vererben, als Geschöpfe mit Eigentümlichkeiten, welche die Fortpflanzung erschweren. Selbstverständlich setzt auch dieses Prinzip erstens die unerklärten Fortpflanzungs- und Vererbungserscheinungen und zweitens das zufällige Auftreten erheblicher Variationen voraus. Alle Organmodifikationen durch geschlechtliche Zuchtwahl haben ihre eigentliche Stelle natürlich bei der Anpassung der Art, da sie der Erhaltung der Art vor allem dienen; zur Anpassung der Organe gehören sie nur insofern, als nun indirekt das Organ, das der Arterhaltung nützt, durch das Bestehen der Art sich selbst erhält.

Aus dem Begattungs- und Zeugungsprozeß dürften sich verschiedene Stadien sondern lassen, deren jedes andere Organmodifikationen züchten konnte.

Der erste Schritt ist die räumliche Näherung oder Vermittelung der beiden Geschlechter. Bei den Pflanzen ist z. B. die Anpassung der Blütenorgane bekannt, welche Insekten zum Besuch veranlassen, die ihrerseits die Bestäubung vermitteln, ein Vorgang, der uns bei der wechselseitigen Anpassung von Pflanze und Tier näher beschäftigen wird. Bei den Tieren sind die bekanntesten Fälle dieser Art, z. B. die Modifikationen der Lokomotions- und Sinnesorgane, die Tonproduktionsapparate, wobei die Töne zum Aufsuchen und Rufen wohl von den musikalischen Locktönen zu unterscheiden sind. — Der zweite Bedingungskomplex besteht in dem Vorhandensein zahlreicher Mitbewerber; als Anpassungserscheinung wird hier jede Eigenschaft gelten, welche das eine Männchen gegenüber anderen in Vorteil bringt. Diese Anpassung ist offenbar vor allem anderen dadurch charakteristisch unterschieden, daß sie niemals eigentlich

zum Artmerkmal werden kann oder wenigstens, sobald sie es wird, aufhört eine Anpassung zu sein. Solange z. B. gewisse Männchen einer Art mit Hörnern bewaffnet sind, andere aber nicht, so werden die Gehörnten siegen und sich fortpflanzen und die Hörner der Nachkommen als Anpassungserscheinung an den Bedingungskomplex der Überzahl begehrender Männchen über begehrenswerte Weibchen zu betrachten sein; sobald diese vorteilhaften Hörner aber durch geschlechtliche Zuchtwahl schließlich der ganzen Art, ausnahmslos, angeboren werden, so ist natürlich kein Einziger mehr im Vorteil, die Chancen sind ebenso gleich wie im Anfang, als kein Tier gehörnt war, aus der Anpassung ist also ein nutzloser Schmuck geworden. Die der ganzen Art gemeinsamen Angriffswaffen können mithin mittelst Sexualselektion sich entwickelt haben, sind selbst aber keine Anpassung mehr. Die Entscheidung, ob eine Waffe wirklich in Beziehung auf den Kampf ums Weibchen entstand oder ob sie dem allgemeinen Kampf um die Existenz dient, wird durch die Vergleichung der beiden Geschlechter ermöglicht. Als Beispiele sei an das Geweih des männlichen Hirsches, die Hörner männlicher Antilopen, die Stoßzähne männlicher Walrosse und Elefanten erinnert. Weshalb diese nur den Männchen nützlichen Waffen auch nur auf diese vererbt werden, weshalb überhaupt die sekundären Sexualcharaktere vom Vater auf den Sohn, von der Mutter auf das Tochtertier übergehen, ist eine Frage, die damit natürlich noch nicht beantwortet ist; auch sie gehört auf den mysteriösen, kurzweg „Vererbung“ genannten Lagerplatz ungelöster Probleme.

Mit dem mechanischen Sieg über die Mitbewerber ist die Begattung noch nicht gesichert; die Liebe kümmert sich nicht um die Macht; das Weibchen folgt, sofern es Auswahl hat, demjenigen Männchen, das ihm am besten gefällt, das seine Sinne anregt und aufregt und die Lust nach Befriedigung des Geschlechtstriebes am stärksten erregt. Da werden duftende Sekrete, schillernde, schreiende Farben, verlockende Töne, imponierende Formen je nach dem Geschmack der Art den Vorteil verschaffen. Auch hier gilt, daß, sobald das Merkmal soweit gezüchtet, daß es der ganzen Art zukommt, es keinen Wert mehr als Anpassung hat, jedoch mit Beschränkung. Zur Bevorzugung des einen Männchens vor anderen, reicht es allerdings dann nicht mehr aus, zur Verführung und Verlockung des Weibchens kann es dennoch in jedem einzelnen Fall von neuem dienen. Zu eingehender Besprechung kann alles das erst bei der Erhaltung der Art kommen; eben dahin gehören die

in unzähligen Variationen durchgeführten Anpassungen zwischen den beiderseitigen Geschlechtsorganen, und nicht minder die naturgemäß ziemlich gleichförmige Korrelation von Sperma und Ei.

Was die Ernährung des Embryo anbetrifft, so repräsentiert die Natur selbstverständlich einen Zustand vollständiger Anpassung, da jeder einzige Fall unzureichender Ernährung die Eientwickelung erfolglos machen würde. Damit ist aber nicht gesagt, daß jedes Muttertier der Brut bis zur vollen Ausbildung Nahrung giebt; bei der unverhältnismäßig starken Vermehrung niederer Tiere, bei der vom Mutterkörper unabhängigen Entwickelung vieler Eier, leben nicht alle Embryonen vom Dotter der Mutter; nicht jedes Tier schlüpft, in allen Organen ausgebildet, aus dem Mutterleib oder der vom mütterlichen Dotter gefüllten Eischale. Der Embryo paßt sich den Ernährungsfähigkeiten an; das Tier, das nicht von der Mutter ernährt werden kann, kommt als Fötus auf die Welt und entwickelt sich unter direkter Nahrungsaufnahme aus der Umgebung. Die bekanntesten Formen dieser Erscheinung sind die mannigfaltigen Modifikationen der sogenannten Metamorphose. Das Tier, das eine freie Metamorphose durchmacht, durchlebt gewissermaßen seine embryonale Entwickelung außerhalb des Kreises mütterlicher Sorge, aber erst am Endpunkt der Entwickelung wird es zum fortpflanzungsfähigen Geschlechtstier. Die Fähigkeit der Organismen, im Embryozustand sei es den Bedingungen des Mutterkörpers, sei es trotz der unentwickelten Organe, den Bedingungen der freien Natur sich anzupassen, gehört zur Anpassung der Organismen an konstante Bedingungen; die Fähigkeit der Muttertiere aber, ihre Embryonen solange zu ernähren, bis sie sich selbst forthelfen können, gehört zu den wichtigsten zweckmäßigen Organanpassungen, welche die geschlechtliche Zuchtwahl züchten konnte.

Die Pflege der Brut schließlich hat es zu zweckmäßigen Organadaptionen durch Sexualselektion besonders bei den Vögeln gebracht. So sei z. B. daran erinnert, daß manche Vögel ihre Nester nur aus zähem Schleim bereiten, den sie aus Drüsen unter der Zunge absondern. Auch die sympathische Färbung der offenbrütenden Vögel dürfte hierher gehören. Allerdings schützt die dem Boden gleiche Farbe in erster Linie den Vogel selbst vor dem Blick des Verfolgers; dennoch könnte der brütende Vogel selbst leicht dem Feind entfliehen, aber die Eier der verscheuchten Vögel kämen nicht zur Entwickelung.

Die zahlreichen Mittel, durch die somit eine Organanpassung

in der Stammesgeschichte erreicht werden kann, sondern sich also in drei Gruppen, Adaptionen, die sich dadurch erhielten, daß sie nur dem Organ selbst von Nutzen waren, dann solche, die dem Organismus förderlich sind und schließlich solche, welche der Art günstig sind; die letzten beiden aber mit der steten Beschränkung, daß sich das Organ selbst muß erhalten können. Es liegt kein Grund vor, daß die Wirkungen dieser drei Mittel sich durchaus unterstützen müssen; im Gegenteil, sie greifen überall ineinander ein, häufig, um sich gegenseitig zu hemmen. So kann ein Organ, dadurch, daß es sich immer mehr durch gehäufte Wiederholung der Leistung seinen Bedingungen anpaßt, schließlich so hypertrophieren, daß es dem Organismus schädlich wird, oder es kann durch geschlechtliche Zuchtwahl eine grelle, dem Weibchen in die Augen stechende Farbe gezüchtet werden, die das Tier den Augen der verfolgenden Feinde bloßstellt und somit dem Organismus schadet.

Erst indem so die zahllosen Faktoren der Differenzierung bald gegenseitig fördernd, bald gegenseitig hemmend überall und zu jeder Zeit im Tier- und Pflanzenreich durcheinander wirken, kann jene unendliche Mannigfaltigkeit der Natur entstanden sein, die dem Verständnis niemals begreiflich gemacht wird, sobald sie nach einer einzigen Schablone erklärt werden soll.

B. Wechselseitige Anpassung der Organe.

Der schematische Gang unserer Betrachtung würde erfordern, jetzt erst die wechselseitige Anpassung der Organe innerhalb des Organapparates, dann die Adaption des Apparates an äußere Bedingungen und darauf die wechselseitige Anpassung der Organsysteme innerhalb des Organismus zu besprechen. Gegen die Trennung dieser drei Gebiete spricht folgendes: Die korrelative Anpassung der Organe im Apparat ist mit der Anpassung des Apparates an äußere Bedingungen nahezu identisch, da die Einstellung in die Gleichgewichtslage nur auf eine Störung des bisherigen Gleichgewichts folgen kann, diese aber keine immanente Ursache hat, sondern durch äußere Einflüsse erreicht wird. Die wechselseitige Organanpassung ist eben der Weg, auf welchem der Organapparat sich dem äußeren Einfluß adaptiert; derselbe Vorgang also, nur unter verschiedenen Gesichtspunkten betrachtet. — Vor allem aber ist die Trennung zwischen Organ und Apparat in den meisten Fällen geradezu willkürlich, zumal bei Pflanzen und niederen

Tieren, bei denen ein Organ häufig zu mehreren Apparaten gezählt werden muß und andererseits viele Apparate nur aus einem Organ bestehen. Außerdem ist auch bei den höchsten Tieren die korrelative Adaption zweier Systeme oft nur eine Anpassung zweier Organe, deren Wechselbeziehung nur durch Künstelei von der Korrelation zweier in einem Apparat zusammengehörenden Organe unterschieden werden kann. Es wird sich daher alles, was in den drei Gebieten vorliegt, am zweckmäßigsten zusammen betrachten lassen.

Zwei Organe sind aneinander adaptiert, heißt, der Anpassungslehre entsprechend: jedes von zwei Organen hat die für seine Selbsterhaltung günstigsten Eigenschaften, unter der Voraussetzung, daß das andere Organ fortbesteht. Diese Selbsterhaltung als Zweck gesetzt, werden sich offenbar wieder zwei Mittel darbieten. Das Organ muß innerhalb des Organismus sich ernähren können und der Organismus selbst muß erhalten bleiben. Wird der Organismus nicht erhalten, so kann auch das Organ nicht existieren, kann das Organ sich im lebenden Organismus nicht selbst ernähren, so nützt seiner Selbsterhaltung das Fortleben des Organismus nichts.

Jeder gesunde Pflanzen- und Tierkörper repräsentiert nun solchen Zustand vollendeter gegenseitiger Anpassung; jegliches Organ findet unter der Bedingung des Fortbestehens der anderen Organe seine Erhaltungsmöglichkeit im Organismus, und gleichzeitig resultiert aus dem Zusammenwirken, als Grundbedingung der Sonderexistenz aller einzelnen Organe, das Leben des Individuums. Die Frage, wie unter so mannigfachen Verhältnissen dennoch ein so ausnahmsloses Ineinandergreifen der zahllosen Teile sich entwickeln konnte, führt in erster Linie zu einem Überblick über die Erscheinungen, bei denen wir solchen Prozeß wechselseitiger Anpassung als individuellen Vorgang direkt beobachten können,

a. Prozeß wechselseitiger Organanpassung.

Der Prozeß, welcher in denjenigen Veränderungen besteht, die aus einem Zustand mangelnder oder ungenügender Anpassung hinüberführen in einen Zustand vollständiger Adaption, dieser Prozeß selbst beginnt allerdings mit dem Fehlen des Gleichgewichts; dennoch setzt dieses wieder einen Zustand der Harmonie als primär voraus, da es sich um organische Wesen handelt, die dauernd nicht in erheblicher Abweichung vom Gleichgewicht zu existieren vermögen. Jedes gestörte Gleichgewicht ist in der organischen Welt

also sekundär und bedarf der Erklärung, wie es aus vorhandener Anpassung entstanden ist; die Zurückleitung dieser vernichteten Harmonie in einen neuen konstanten Zustand der Adaption bildet den zu verfolgenden Prozeß.

Kurze Gleichgewichtsstörungen, welche rhythmisch eintreten und sich wieder genau zu derselben ursprünglichen Form gegenseitiger Anpassung zurückbewegen, wie sie z. B. durch Nahrungseinnahme, Ausscheidung, Muskelarbeit etc., erfolgen, bilden das normale Leben des Organismus. Andauernde Störungen nennen wir Krankheit; ein wesentlicher Teil der Heilkunst besteht in der Anregung der im Körper gegebenen Mechanismen zur Zurückführung des Anpassungszustandes; ist dieser nicht wieder zu erlangen, überschreitet vielmehr die aus der Gleichgewichtsstörung folgende Funktionshemmung ein gewisses Minimum der Leistung, so tritt der Tod ein.

Der Prozeß wechselseitiger Anpassung besteht nun darin, daß, wenn ein Organ des normalen Körpers durch einen singulären Eingriff oder durch eine konstante äußere Bedingung irgendwie verändert wird, daß es dann erstens so reichlich wie möglich sich selbst zu erhalten sucht und zweitens mit dem veränderten ersten Organ zusammen die zur Erhaltung des Individuums nötigen aktiven oder passiven Dienste leistet. Selbstverständlich wirkt das zweite Organ mittelst seiner Veränderung wieder auf das erste zurück. Besteht diese Wechselwirkung in einem Schwanken bald über, bald unter der Linie des Gleichgewichtszustandes, so resultiert schließlich die normale Rückkehr in die alte Verfassung; andernfalls endet der Prozeß mit einem neuen Zustand wechselseitiger Anpassung.

Die Wirklichkeit kann diese idealen Anforderungen nicht immer erfüllen, wenigstens dann nicht immer, wenn der verändernde Einfluß singulär ist, etwa in einer Operation besteht oder drgl. Selbstverständlich gehört in solchen Fällen z. B. die Amputation nicht zu dem Bedingungskomplex, welchem sich die vorher wechselseitig angepaßten Organe neu anpassen sollen, sondern nachdem durch die Operation das eine Organ verändert oder zerstört ist, paßt sich das andere dem veränderten Organ an, damit dem Individuum kein Schade geschieht. Diese Annahme würde aber dem Organ geradezu eine gewisse Tendenz unterlegen, von der keine Rede sein darf; Zweck jedes Organs ist nur die direkte Selbsterhaltung und das Mittel dazu ist die möglichste Ausnutzung der günstigen Bedingungen, möglichste Herbeiziehung des Nahrungsmaterials. Wenn

nun zwei Organe A und B wechselseitig angepaßt sind, sich gegenseitig also in der Ernährung beeinflussen, so wird naturgemäß die Veränderung von A eine Veränderung von B hervorrufen; ob diese Veränderung von B in B' wirklich zur Erhaltung des Individuums dient, also $f\,(A' + B') = f\,(A + B)$ ist, das ist eine ganz sekundäre Frage, deren Bejahung von vornherein mindestens unwahrscheinlich, jedenfalls aber vom Zufall abhängig ist. In den weitaus meisten Fällen wird die Gleichung nicht erfüllt werden, d. h. der Organismus wird durch die Veränderung des einen Organs, dessen Funktionsausfall das andere Organ nicht zu leisten im stande ist, kranken oder zu Grunde gehen; die neue Anpassung wird also nicht eintreten. Wenn der Magen ausgeschnitten wird, kann nicht der Darm seine Funktion übernehmen, wenn die Blätter einer Pflanze abgeschnitten sind, kann nicht die Wurzel organische Materie bilden.

Nur in einem Kreis von Fällen wird der Erfolg eintreten, nämlich dann, wenn die beiden Organe qualitativ gleichartig waren und der Reiz zugleich trophisch ist. Es wird dann nämlich die singuläre Veränderung, z. B. die Zerstörung des Organs A, verursachen, daß der Reiz jetzt statt $A + B$ nur noch B trifft, und die ausgelöste stärkere Leistung wird bei der Voraussetzung der Gleichartigkeit von A und B letzteres so kräftigen, daß es die Funktion von A übernimmt, wobei unterstützend mitwirkt, daß die Nahrung, welche A zufloß, nun frei wird und an und für sich die Ernährung vermehrt.

Beispiele solcher Art sind zahlreich bekannt; so sah man abnorme Verdickung des Wadenbeins, wenn ein Schienbeinbruch schlecht geheilt war[1]); wenn eine Niere exstirpiert wird, so übernimmt die andere ihre Funktion[2]); ist das Zwerchfell gelähmt, so wird auch beim Mann der Atmungstypus kostal[3]); wird die Pfortader gesperrt, so speist die Leberarterie die Interlobularvenen; werden Augen und Ohren des Kaninchens zerstört, so schwellen seine Riechkolben zu ungewöhnlicher Größe[4]); ist die Aortaklappe gelähmt, so vermehrt sich der Herzmuskel; wird die Rüster durch das Wild verbissen, so werden ihre schlafenden Knospen geweckt

---

[1]) Roux, Kampf der Teile. S. 14.
[2]) Ackermann, Mechanismus und Darwinismus. S. 16.
[3]) Cohnheim, Allgemeine Pathologie. Bd. II, S. 237.
[4]) Cohnheim, a. a. O. Bd. I, S. 207.
[5]) Preyer, Seele des Kindes. S. 101.

und zu neuen Trieben entwickelt[1]), ebenso wie die Ersatztriebe der Fichte nach Verschneiden oder Zerstörung durch Insekten. In allen Fällen ist offenbar die Leistung der Organe eine qualitativ gleichartige; Schienbein wie Wadenbein stützen, Semilunarklappe wie Herzmuskel sorgen dafür, daß das Blut in die Aorta kommt etc. Hört das eine Organ auf, so kommt die stärkere Arbeit dem anderen zu; diese Fälle könnten also mit demselben Recht, statt als wechselseitige Anpassung der Organe, auch als Organanpassung an äußere Bedingungen betrachtet werden, wobei dann in den Bedingungskomplex die Zerstörung des anderen Organs hineinzurechnen ist.

Ist aber das Zusammenwirken der Organe nicht auf solches Nebeneinanderwirken beschränkt, sind die Organleistungen also qualitativ ungleich, so ist eine solche singuläre Veränderung eines Organs wohl im stande, ein anderes zu beeinflussen, die Veränderung des zweiten Organs wird aber nicht oder nur zufällig im stande sein, die den Organismus erhaltende Funktion zu leisten, dieselbe wird reduziert bleiben, und durch den Tod des Individuums werden natürlich auch die beiden Organe zu Grunde gehen, die sich nach der Umgestaltung nicht mehr wechselseitig anzupassen vermochten.

Ganz anders liegt es nun, wenn der äußere verändernde Einfluß kein einmaliger Eingriff, sondern eine konstante neue Bedingung ist, an welche der Organismus sich anpaßt durch eine Verschiebung der Organverhältnisse, welche mit einem neuen Zustand wechselseitiger Anpassung endet. Die neue Bedingung kann zwei verschiedene Formen haben, sie kann nämlich von den normalen Bedingungen qualitativ und quantitativ abweichen.

Betrachten wir den Fall qualitativer Abweichung! Da kein Geschöpf überflüssige Teile besitzt, weder Pflanze noch Tier solche Organe hat, welche keiner Existenzbedingung gegenüber von Einfluß sind, so muß, wenn eine qualitativ neue Bedingung auftritt, dieselbe entweder ohne Beziehung zum Organismus bleiben, da kein Organ ihr entspricht, oder ein Organ, das bisher andere Funktionen hatte, muß die Reaktion auf den neuen Einfluß gewissermaßen als Nebenfunktion übernehmen, indem es sich der Bedingung anpaßt. Das Fehlen einer Beziehung aus Organmangel wird eintreten, wenn z. B. in der Umgebung eines augenlosen Geschöpfes eine neue Farbe auftritt. Ist mit dem Eintritt solcher neuen Bedingungen,

---

[1]) Frank, Pflanzenkrankheiten. S. 348.

für die kein Organ vorhanden und an die auch kein anderes sich anpassen könnte, der Verlust einer alten Lebensbedingung vereinigt, so muß das Geschöpf sterben, z. B. wenn ein kiemenloses Säugetier ins Wasser gelegt wird, so daß mit dem neuen Einfluß des Wassers die freie Luft ihm verloren geht. Beide Mal, sowohl beim Tod als beim Ausbleiben jeder Beziehung, ist offenbar von einer Gleichgewichtsstörung durch Organveränderung nicht die Rede, also auch ein Prozeß neuer wechselseitiger Anpassung nicht zu beobachten.

Alles dieses müßte nun dagegen dort zu erwarten sein, wo ein Organ, das früher einer qualitativ anderen Bedingung diente, nun sich der neuen anpaßt; seine Veränderung wird in einer ganz neuen Richtung erfolgen und die wechselseitige Anpassung, in der es mit anderen Organen stand, wird in einer Weise gestört, für welche keine Regulationsmechanismen im Körper vorgebildet sein können; es wird eine vollständige Verschiebung der Organ- und Gewebsverhältnisse eintreten, die nach außen mit der Anpassung des Individuums an die neue Bedingung, nach innen mit einer neuen wechselseitigen Adaption enden wird.

Es liegt nun auf der Hand, daß solche Veränderungen im individuellen Leben kaum im Naturzustand zu beobachten sein werden, da jedes Geschöpf für gewöhnlich in den normalen Bedingungen lebt und die abnormen Bedingungen meist nur quantitativ abweichen oder, wo sie qualitativ verschieden sind, indifferent bleiben, resp. den Tod veranlassen, weil sie eine andere Bedingung negieren. Es ist anzunehmen, daß solche Beobachtung der Ausbildung einer Nebenfunktion nur da möglich ist, wo die Bedingung mit minimaler Anforderung beginnt, da niemals ein Lokomotionsorgan plötzlich fressen, ein Ohr plötzlich sehen wird; dagegen kann ein bisher der Lokomotion dienender Protoplasmafortsatz unter neuen Bedingungen wohl Diosmose zulassen, und eine dem Schutz dienende Epidermis kann mit ihren Härchen an gewissen Stellen wohl eine Schallreizung aufnehmen. Selbstverständlich wird auch die Wirkung auf das beeinflußte Organ innerhalb des einzelnen Individuums nur gering sein und noch geringer die Folgeerscheinungen in den korrelativen Organen. Diese Umstände verweisen die Beobachtung von den sich zufällig bietenden Erscheinungen der freien Natur auf das biologische Experiment. Hier aber ist vorläufig eine Lücke zu beklagen, die um so bedauerlicher ist, weil diese Annahme, daß ein Organ Nebenfunktionen ausbilden kann und diese Veränderung eine Gleichgewichtsstörung einleitet, die zu einem neuen Zustand wechsel-

seitiger Organanpassung führt, in weitreichender Weise phylogenetische Prozesse verständlich zu machen verspricht.[1])

Auf der anderen Seite stehen nun zahllose Beispiele von Gleichgewichtsstörungen durch solche Bedingungen, welche nur quantitativ von den normalen abweichen. Der Prozeß, welcher die Störung ausgleicht, wird hier kein anderer sein als der, welcher normalerweise eintritt. Derselbe Regulationsmechanismus, der im Körper vorgebildet, wird nur stärker oder schwächer seine spezifische Leistung ausüben. Der Prozeß ist weit davon entfernt, das Bild einer wirklichen, sich langsam anpassenden Gewebsverschiebung zu zeigen, sondern durch Apparate, wie Gefäß- und Nervensystem, ist ein Zustand phylogenetisch entstanden, der bei einer Veränderung des einen Teils sofort die den Anforderungen wechselseitiger Anpassung genügende Umgestaltung des anderen Organs hervorruft. Es liegt somit kein Grund vor, diese Gruppe abnormaler Einflüsse von den normalen zu trennen. Als typische Beispiele sei an folgende Erscheinungen erinnert, welche meist von höheren Organismen herrühren, die nicht nur am zugänglichsten für derartige Untersuchungen, sondern auch aus praktischen Gründen stets zu besonderer Berücksichtigung des Regulationsmechanismus Anlaß gaben.

Wird der Sehnerv durch zu starke Lichtmenge gereizt, so verengt sich reflektorisch die Pupille. Wird der Konjunktivalsack durch einen fremden Körper gereizt, so secerniert die Thränendrüse, um den Körper zu beseitigen. Wird die Darmschleimhaut entzündet, so treten peristaltische Bewegungen ein, die den Inhalt entfernen.[2]) Ist die Blase gefüllt, so wirkt sie auf den Sphinkter, während aus den Ureteren die Nierenabsonderung kontinuierlich ausfließt.[3]) Noch viel kompliziertere Vorgänge bietet z. B. die reflektorisch beschleunigte Respiration des Herzkranken, dem die dyspnoische Verstärkung der Atembewegungen nicht den Zweck der Einatmung größerer Luftmengen haben kann, sondern die Beförderung der Lungencirkulation[4]), welche so den Herzfehler kompensiert. Wird das Blut künstlich erhitzt, so wird nicht nur durch Erwärmung des verlängerten Markes die Atembewegung, also die Verdunstung und Abkühlung des zirkulierenden Blutes beschleunigt, sondern das Rückenmark beeinflußt auch die Schweißsekretion und die Hem-

---

[1]) Dohrn, Ursprung der Wirbeltiere und das Prinzip des Funktionswechsels.

[2]) Landois, Physiologie des Menschen. III. Aufl. S. 296.

[3]) Landois, a. a. O. S. 535.

[4]) Cohnheim, Allgemeine Pathologie. Bd. II, S. 245.

mungsnerven der Hautgefäße, während das Herz durch zunehmende Arbeit den Kreislauf beschleunigt und so das Blut abkühlt.[1])

Lag hier vornehmlich in den Nerven der Regulationsmechanismus, so kommt derselbe den Gefäßen besonders im Erscheinungskreis des Thätigkeitswechsels zu. Es ist bekannt, wie die volle Thätigkeit des Verdauungsapparates die Bewegungsfähigkeit der Muskulatur hindert und gesteigerte Muskelarbeit den Verdauungsprozeß herabsetzt. Erst exakte experimentelle Untersuchung konnte diesen Erfahrungssätzen die weiteren zufügen, daß, während die Muskeln mehr arbeiten, Leber und Nieren weniger thätig sind, weil der Muskeltetamus eine Blutverteilung veranlaßt, welche dem Drüsenapparat weniger disponibles Blut zukommen läßt, so daß die Gallenproduktion vermindert wird etc.[2])

Wieder andere Regulationsmechanismen spielen mit, wenn z. B. bei kalter Temperatur der Stoffwechsel sich steigert, wenn bei trockner Nahrung mehr Speichel zufließt, wenn der Dyspeptiker die Nahrung erbricht, wenn der Blutverdünnung gesteigerte Nierensekretion folgt etc. Ganz ähnliches gilt für die Pflanze, wenn z. B. die Wurzeln älterer Bäume sich verholzen, um dem Stamm mit weitreichender Krone Halt zu geben.

Überall handelt es sich bei Pflanze und Tier nicht um einen Prozeß direkter Wechselwirkung, sondern um die Anregung eines, diese Wirkung vermittelnden Mechanismus, dessen Entstehen uns nicht näher liegt als das aller sonstigen wechselseitigen Anpassungszustände. Eben hierher gehören auch die Korrelationen, die sich im individuellen Leben durch den Gebrauch ergeben; so wissen wir, daß die Akkomodation und die Kongruenz der Augen beim Menschen nicht angeboren ist, sondern sich erst langsam entwickelt.[3]) Deshalb können wir aber natürlich nicht schließen, daß uns damit bei jedem Individunm der Prozeß der Entstehung solcher komplizierten wechselseitigen Anpassung gegeben sei; das wesentliche daran, der nervöse Mechanismus, welcher die Anpassung zwischen Retina und Ciliurmuskel, sowie zwischen beiden Augenmuskelsystemen vermittelt, ist auch hier angeboren, es bedarf nur der durch die Außenwelt angeregten Übung des Apparates. Kurz, alle uns wirklich verfolgbaren ontogenetischen Prozesse dieser Art setzen immer schon einen

---

[1]) Pflüger, Teleologische Mechanik der lebendigen Natur. II. Aufl. S. 75.

[2]) Ranke, Blutverteilung und Thätigkeitswechsel der Organe. 1871. S. 117 und S. 121.

[3]) Preyer, Seele des Kindes. II. Aufl. S. 34 und 38.

Zustand voraus, welcher selbst nur Resultat phylogenetischen Prozesses sein kann, der seinerseits uns nur hypothetisch gegeben ist.

b. Zustand wechselseitiger Organanpassung.

Ein Zustand wechselseitiger Anpassung sollte für die Organe darin liegen, daß sie, voneinander abhängig, eines an das andere adaptiert ist, jedes also im anderen die Mitbedingungen seiner Existenz findet und jedes zugleich die möglichst günstigen Eigentümlichkeiten besitzt, welche das Vorhandensein des andern Organs gestattet. Ein Organ ist Existenzbedingung des andern, heißt nun nach unseren früheren Betrachtungen, daß das eine Organ allein sich entweder direkt nicht ungestört selbst erhalten kann oder daß es indirekt bedroht wird, indem es den ganzen Organismus gefährdet; die gemeinsame Beziehung zum ganzen Organismus wird als Arbeitsteilung einer Funktion höherer Art zu betrachten sein. Die Probe darauf, ob zwei Organe in wechselseitigem Anpassungsverhältnis stehen, wird also darin liegen, ob die Veränderung des einen auch eine Veränderung des anderen bewirkt und ob die Veränderung des einen die Funktion des anderen dem Organismus weniger nützlich macht.

Somit können wir die Eigentümlichkeiten zweier Organe noch nicht aneinander angepaßt nennen, weil sie bloß regelmäßig miteinander veerbunden sind, da vielleicht in den meisten Fällen die Erscheinung des zweiten Organs nur eine physiologische Folge des Vorganges im ersten, ohne daß jene auf diesen zurückwirkt, geschweige gemeinsame Dienste leisten hilft. So haben die Darwinischen Beispiele, daß weiße Katzen mit blauen Augen taub sind, daß unbehaarte Hunde unvollständiges Gebiß haben[1]) etc., durchaus nichts mit wechselseitiger Anpassung zu thun.

Im Ganzen aber zeigt Pflanzen- und Tierwelt das Prinzip wechselseitiger Adaption in zweckmäßigster Weise durchgeführt; die Organe bedingen sich im Apparat, die Apparate bedingen sich im Organismus, und es entsteht die Frage, wie dieser uns vorliegende, perfekte Zustand sich entwickelt habe.

Wieder werden sich die beiden Faktoren, die direkte Entstehung durch Umbildung und die indirekte durch Auslese, als zwei sich ergänzende Prinzipien zur Erklärung bieten.

Der indirekte Weg bestände hier darin, daß diejenigen Individuen als die meistbegünstigten überleben, bei welchen zufällig in

---

[1]) **Darwin**, Entstehung der Arten. S. 32.

mehreren Organen gleichzeitig Eigenschaften auftreten, welche gemeinschaftlich dem Organismus nützlich sein können. Die Chance dieses Zufalles scheint sehr gering; sie scheint aber erheblich zu wachsen, wenn wir bedenken, daß eine von den beiden Eigentümlichkeiten schon längst, vielleicht als konstante zwecklose Nebenerscheinung oder anderen Zwecken dienende Erscheinung, existiert haben kann, ehe der Zufall die andere zugehörige Erscheinung schuf, die dann vereint mit der ersten durch Zuchtwahl befestigt wurde. So werden gewisse Insekten von Anfang an schlecht geschmeckt haben, eine physiologische Nebenerscheinung, die ihnen wertlos war, so lange sie von den Insektenfressern nicht von angenehm schmeckenden äußerlich unterschieden werden konnten; als eine auffallende Farbe, die sie kenntlich macht, zufällig dazutrat, wurde diese Eigenschaft von der Selektion gezüchtet und nun gehören beide in wechselseitiger Anpassung zusammen; die Farbe schützt nur, wenn der üble Geschmack die Feinde anwidert, der Geschmack schützt nur, wenn die Farbe alle Feinde warnt.

Der direkte Weg der Umbildung besteht aus einer Häufung jener Wirkungen, welche wir als Folgen individuellen wechselseitigen Anpassungsprozesses erkannten. Wir sahen, daß solche neue korrelate Adaption stets von einem Zustand wechselseitiger Anpassung ausgeht, in diesem durch eine äußere neue Bedingung gestört wird und diese Störung nun mit einem Prozeß ausgleicht, der die Verhältnisse der Organe, Gewebe und Gewebsteile verschiebt. Die Veränderung eines Organes ruft die eines anderen hervor und dieses wirkt rückwärts, bis ein neues Gleichgewicht hergestellt ist. Nehmen wir nun an, daß jene äußere Bedingung, welche das Gleichgewicht stört, relativ konstant bleibt, daß sie also in jeder Generation von neuem wirkt, die Ausgleichung in jedem Individuum sich mithin in derselben Richtung bewegt, mindestens die Disposition also ererbt werden kann und die Wirkung sich dadurch schließlich steigert, so wird als phyletisches Resultat schließlich ein angeborener Zustand des Organkomplexes sich entwickeln, der einerseits der äußeren Bedingung angepaßt ist, insofern als er nicht mehr von derselben in seinem Gleichgewicht gestört wird, andererseits werden die Organe untereinander ebenso in wechselseitiger Anpassung sich befinden wie im früheren Stadium unter den alten Bedingungen.

Dem schon berührten Funktionswechsel wird dabei eine hervorragende Rolle zukommen. Indem dieses Prinzip annimmt, daß jedes Organ neben der Hauptfunktion noch Nebenfunktionen leistet

und unter veränderten Bedingungen die sekundäre Leistung zur primären werden kann und in diesem Sinne die Gewebsverhältnisse des Organes verändert werden können: so ist damit auch gegeben, daß sein korrelates Organ sich ändert und somit ein ganz neuer Zustand wechselseitiger Anpassung entsteht.

Die Voraussetzung bleibt aber immer, daß solch Zustand wechelseitiger Abhängigkeit schon vorher bestand; wir können in der Stammesgeschichte so weit zurückgehen, wie wir wollen, wir können bis zum ersten Protoplasmaklümpchen die Betrachtung ausdehnen: wir müssen auch hier schon diese wechselseitige Beziehung der kleinsten Teile voraussetzen, da ihre spätere Entstehung durch Umbildung sonst unerklärlich wäre. Auf die Frage aber, wie jener erste Organismus zu dieser Eigenschaft gekommen sei, fanden wir schon früher die Antwort, daß eben durch diese Eigenschaft allein der Organismus sich von anderen Körpern unterschied, daß wir organisch nennen, was diese Eigenschaft hat. Die Entstehung ist damit natürlich nicht erklärt, wohl aber ist die Frage dadurch vereinfacht, da sie nun mit dem Rätsel der Urzeugung identifiziert ist, deren Diskussion selbstverständlich außerhalb des Rahmens dieser Studie bleiben muß.

Aufsteigend von der Monere scheint es keine Schwierigkeiten zu bieten, wenn wir annehmen, daß von zwei kleinsten korrelaten Teilchen bald das eine, bald das andere durch Reaktion auf äußere Reize durch Anpassung an konstante Bedingungen sich verändert und dadurch stets Umgestaltung des anderen beeinflußt habe, bis sie in fortwährender Zunahme von Volumen und Differenzierung zu korrelaten Organsystemen hochentwickelter Lebewesen wurden. Dagegen scheint es unvermittelt, wenn wir, gelegentlich der Betrachtung des Prozesses sahen, daß in den Nerven, Gefäßen u. s. w. Einrichtungen vorgebildet sind, mittelst deren die Organe sich wechselseitig anpassen, so daß von der ursprünglichen direkten Korrelation, bei welcher jedes Organ wirklich Stoffwechselbedingung des anderen ist, kaum mehr die Rede sein kann. — Ein Vergleich aus dem sozialen Leben mag das illustrieren. In ursprünglichen Verhältnissen war Produktion und Konsumtion durch Personalunion aneinander geknüpft; als durch Steigerung der Produktionsleistungen die Konsumtion stieg und durch Wachsen der Konsumtionsbedürfnisse die Produktion größere Anstrengungen machen mußte, deckten sich beide durchaus nicht mehr. Der Produzent suchte die Konsumenten, welche seine Produkte brauchten, und umgekehrt; und

als dieser Vermittelungsakt immer notwendiger und häufiger wurde und dadurch immer mehr Kraft absorbierte, löste jene Mittlerthätigkeit als Handelsstand sich ab. Nun haben Produzenten wie Konsumenten nur mit dem Kaufmanne zu thun, der die Bedürfnisse beider vermittelt. — Als im Organismus gewisse Ausgleichungsvorgänge immer häufiger auftraten, da lösten gewissermaßen die vermittelnden Gewebe sich als besondere Organe ab, und es entstanden die ursprünglich primitiven Gefäß- und Nervenbahnen, welche auch für die kompliziertesten Organismen unter den mannigfaltigsten Bedingungen jede Gleichgewichtsstörung in gewisser Grenze leicht zu beseitigen im stande sind und überzuführen in einen neuen Zustand wechselseitiger Anpassung. — Selbstverständlich wird gerade hier in den Umbildungsprozeß in seinen höheren Stadien die Selektion bedeutend eingegriffen haben, da ja z. B. jeder Warmblüter zu Grunde geht, dessen Nervenmechanismus nicht die Gefäße u. s. w. so zu regulieren vermag, daß trotz des Witterungswechsels die Bluttemperatur nur um geringes schwankt.

Aber auch für die sonstige Stammesentwickelung wird es unfruchtbar sein im einzelnen Fall zu fragen, ob allmähliche Umbildung oder natürliche Auslese die Einrichtungen wechselseitiger Anpassung hervorgebracht hat. Bald überwiegt das eine, bald das andere; meist wirken sie zusammen im Sinne gegenseitiger Beförderung. Doch gerade dadurch, daß eines auch retardierend in die Entwickelung des anderen eingreifen kann, liegt ein Moment für die unendliche Mannigfaltigkeit, welche in diesen Erscheinungen zu Tage tritt. Einige besonders charakteristische Beispiele aus Tier- und Pflanzenreich seien daher unter diesem Gesichtspunkt aneinandergereiht.

Vorwiegend das Resultat von Selektion werden folgende Beispiele sein. Gewisse Schnecken, die sich sehr langsam fortbewegen und kein Gehäuse besitzen, haben auf dem Rücken Augen, die ihnen dadurch nützlich werden, daß sie gleichzeitig im stande sind, ein Sekret aus Hautdrüsen in die Luft zu schleudern, und sich somit vor Feinden zu schützen, wenn sie dieselben wahrnehmen.[1]) So erfüllen die glänzenden Farben bei Raupen zusammen mit dem widrigen Geschmack, bei anderen Insekten zusammen mit Stacheln u. s. w. die Funktion des Schutzes gegen Räuber.[2]) So hängt das nächtliche Auge der Eule mit ihrem weichen nnhörbaren Gefieder

---

[1]) Semper, Existenzbedingungen der Tiere. Bd. II, S. 212.

[2]) Wallace, Beiträge zur Theorie der natürlichen Zuchtwahl. S. 134.

zusammen. Der Greifapparat der insektivoren Pflanzen, der auf Reiz der Borsten an der Innenseite des Blattes blitzschnell durch Zuklappen funktioniert, steht in Wechselbeziehung zu dem Sekret, das neben einer Säure ein peptonisierendes Ferment enthält.[1]) Dahin gehört auch die Wechselbeziehung zwischen Tier und Eischale; ist z. B. ein Parasitenembryo bald befähigt, im Freien auszuschlüpfen, so ist die Schale dünn; bedingt seine Entwickelung eine längere Inkubationszeit, so ist die schützende Schale stark, dafür aber ein Deckel daran, der dem Stoß von innen nachgiebt und sich abhebt.[2])

In Fällen dieser Art ist die Erklärung durch Selektion der Individuen, bei welchen zufällig das gegenseitig zur gemeinsamen Funktion Bedingende zweckmäßig zusammentraf, sicher die einfachste und wahrscheinlichste.

Lediglich aus gehäufter Umbildung wird dagegen die wechselseitige Anpassung hervorgegangen sein, die z. B. zwischen der Krista der Vögel und ihrem Flugmuskel besteht, oder zwischen dem abweichenden Arteriensystem der Vögel einerseits und der mächtigen Entwickelung ihrer Brustmuskeln, sowie der Muskelarmut ihrer Unterschenkel andererseits[3]), oder zwischen der Ausbildung von Geweihen und der Entwickelung von Halswirbeln, Brustwirbeln und Dornfortsätzen.[4]) Dahin gehört es z. B. auch, wenn bei den im Wasser lebenden Algen das wechselseitige Verhältnis von Wurzel und Sproß sich so verschoben hat, daß, weil der Sproß mit seiner ganzen Oberfläche die im Wasser gelösten Nährstoffe aufnimmt, die Wurzel so umgebildet ist, daß sie ihre Hauptfunktion, die Ernährung, verloren hat, und nur noch als Haftapparat dient.[5])

So sehr sich auch für die wahrscheinlich ausschließliche Wirkung des einen oder des anderen Faktors die Beispiele häufen ließen, so ist doch klar, daß in den meisten Fällen die Trennung nicht nur willkürlich, sondern geradezu falsch sein muß, da beide Faktoren in den verschiedensten Stadien ineinander wirken. Bald kann die Auslese den ersten Anstoß geben, bald kann sie die vollendete Umbildung durc hWegräumen des Ungeeigneten ergänzen, bald kann sie das direkt wirkende Mittel mit ihrem indirekten Eingreifen auf dem ganzen phyletischen Wege Schritt für Schritt begleiten.

---

[1]) Sachs, Pflanzenphysiologie. S. 454.
[2]) Leuckart, Parasiten. Bd. I, S. 78.
[3]) Leuckart-Bergmann, Übersicht des Tierreiches. S. 144.
[4]) Leuckart-Bergmann, a. a. O. S. 407.
[5]) Sachs, Pflanzenphysiologie. S. 40.

Typische Beispiele solcher Art scheinen die folgenden zu sein. Die Differenzierung des oralen Poles steht in Wechselbeziehung mit der Lokomotion, durch die Sinnesorgane, welche das vorwärts schreitende Tier befähigen, den Weg zu bahnen und die begegnenden Körper zu prüfen.[1]) Hier ist die Doppelheit der Faktoren leicht übersehbar. Das vorwärts schreitende Tier mußte an der Vorderseite anderen komplizierteren Bedingungen ausgesetzt sein als am aboralen Pole; die Begegnung mit fremden Gegenständen mußte die Ausbildung, Umbildung und Differenzierung der vorderen, den Druck perzipierenden Oberfläche ganz direkt in jedem einzelnen Individuum anregen und befördern. Daneben aber werden von vornherein die Tiere, bei denen zufällig die bei der Bewegung nach vorn gerichtete Seite perceptionsfähiger war, oder bei denen zufällig die Bewegung nach der perceptionsfähigeren Seite erfolgte, in erheblichem Vorteil gewesen sein. Und schließlich in entwickelterem Stadium werden die Tiere, welche zufällig jener Perceptionsorgane vorn entbehrten, derartig benachteiligt gewesen sein, daß der Kampf ums Dasein sie schnell hinwegschaffte.

Ähnliche Verhältnisse bietet die konstante Beziehung zwischen der Befestigung des hinteren Endes der Byrozoen und der Afteröffnung in ihrem vorderen, vom Gehäuse nicht umschlossenen Körperteil[2]), oder zwischen dem Nahrungs- und Bewegungsapparat der Athropoden; der Nahrungsapparat der fußlosen Made verlangt ihr Leben im Aas, die fliegende Biene bedarf der Blüte, der schwerfällige Maikäfer bedarf des grünen Laubes, der rasche Laufkäfer nährt sich von der verfolgten Beute.[3]) Die unbehilflich schwere Spinne, deren Nahrungsapparat ebenfalls sie zu räuberischer Lebensweise zwingt, besitzt den korrelaten Apparat nicht in der Lokomotion, sondern im Spinnapparat, der den Fang durch das Gespinst ermöglicht.[4]) — Dahin gehört auch die Korrelation zwischen Hals- und Extremitätenlänge, wie der lange Hals hochbeiniger Strandvögel u. s. w.; nur der Elefant bedarf eines zu schweren Kopfes, als daß ein so langer Hals ihn tragen könnte, da tritt der Rüssel an seine Stelle. — Bekannt und von weitreichendster Bedeutung für die Erklärung ist auch die Korrelation zwischen Masse und

---

[1]) Bergmann-Leuckart, S. 596, und Gegenbaur, Vergleichende Anatomie. II. Aufl. S. 63.

[2]) Gegenbaur, a. a. O. S. 137.

[3]) Leuckart-Bergmann, a. a. O. S. 92.

[4]) Leuckert-Bergmann, a. a. O. S. 203.

Fläche[1]), die zur Herstellung des konstanten Verhältnisses bei jeder Volumenzunahme eine Flächendifferenzierung fordert, sei es in Form der Einstülpung, Drüsenbildung beim Tier, in Form von Ausstülpung, Bildung von Anhangsorganen bei der Pflanze. Es sei ferner an die wechselseitige Anpassung zwischen den Weichteilen und der Schale der Gastropoden erinnert, oder zwischen dem wechselnden Leibesumfang und den beweglichen Abdominalrippen der Wirbeltiere, während die Kaudalrippen entsprechend dem unveränderlichen Kaudalkanalinhalt fest sind[2]), oder an den Kostaltypus der Weiberatmung in Wechselbeziehung zum schwangeren Uterus, oder an die Beziehung zwischen Nerv und Muskel, insofern, als der Nervenstamm dort in den Muskel tritt, wo bei der Kontraktion die geringste Ortsverschiebung des Muskelfleisches stattfindet.[3]) Ein wichtiges Wechselverhältnis besteht auch zwischen der Größe der Blätter und der sie mechanisch ausspannenden Nervatur[4]), oder zwischen der Blattgröße und den die Pflanze stützenden Ranken. — Das Experiment, daß nach Vagusdurchschneidung Pneumonie eintritt, weist auf das Wechselverhältnis von Lunge und Stimmritze.[5]) Von Wichtigkeit ist auch die interessante Beziehung zwischen den, das Gefäßsystem umgebenden Geweben und der Anastomosierung der Gefäße, da überall, wo äußerer Druck eine lokale Kompression ermöglicht, durch die Netzbildung ein Ausgleich zu stande kommt, für den allerdings noch die weitere Bedingung einer stets unvollständigen Füllung nötig ist.

Natürlich ist es oft willkürliche Isolation, wenn nur zwei Organe oder Apparate als wechselbezüglich betrachtet werden; jedes von ihnen kann und muß wieder mit anderen sich anpassen. So gehören z. B. beim Känguruh die eigentümlichen Formen von Beutel, Beinen und Schwanz notwendig zusammen[6]), ebenso z. B. die als Kiefer, Schreitfüße, Schwimmfüße, Begattungsorgan, Eierträger und Flosse umgebildeten, morphologisch gleichwertigen Gliedmaßen des Krebses; vielleicht den höchsten Grad wechselseitiger Anpassung der Organe innerhalb eines Apparates repräsentieren die Differenzierungen des ursprünglich gleichförmigen gastralen Raumes, der bei den höheren

---

[1]) Leuckart, Archiv für Naturgeschichte. 1857. Theil I, S. 146.
[2]) Gegenbaur, Vergleichende Anatomie. S. 462.
[3]) Landois, Physiologie des Menschen. III. Aufl. S. 561.
[4]) Sachs, Pflanzenphysiologie. S. 54.
[5]) Traube, Gesammelte Abhandlungen. Bd. I, S. 113.
[6]) Lamarck, Zoologische Philosophie. S. 134.

Tieren zu einer Arbeitsteilung fortgeschritten ist, wie sie kein anderer Apparat erreicht hat.

Gewissermaßen als Anhang zu allen diesen inneren Korrelationen wäre die rein räumliche zu nennen; so stehen die Teile des Gehirns offenbar in mechanischer wechselseitiger Anpassung und mehr noch die Organe der Brust und des Bauches.[1]) Daß hier wirklich wechselseitige Adaption vorliegt, beweisen zahlreiche pathologische Fälle, bei denen das Fehlen eines Organs die Gestalt der anderen beeinflußt, z. B. wenn bei fehlender Niere die Leber keine Nierengrube aufweist. Die räumliche Anpassung wird natürlich für die Organe des Tierkörpers weit wichtiger sein als für die Pflanze, da letztere wegen ihrer Bewegungslosigkeit durch Anhangsorgane nicht gehindert wird, also freien Platz zur Entfaltung hat, während das Tier, zum Zweck freier Bewegung, seine Organe möglichst haushälterisch zusammendrücken muß.

---

[1]) His, Archiv für Anatomie und Physiologie. 1878.





